PABLO CASTILLA NEGRETE

Estudios Geotécnicos y Ambientales

ESTUDIO DE SUELOS PARA EL MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS EN LOS BARRIOS DE LA COMUNA 9 DEL MUNICIPIO DE MONTERIA, DEPARTAMENTO DE CORDOBA - COMUNA 9.



I.C. PABLO CASTILLA NEGRETE.

ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES

MONTERÍA - 2021

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN. 2
2. INFORMACIÓN GENERAL. 3
2.1. Generalidades del municipio. 3
2.2. Geología. 5
2.3. Geomorfología. 7
2.4. Geoestructura y ambiente morfométrico. 8
2.5. Clima. 9
2.6. Vegetación. 12
3. ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO. 13
3.1 Exploración de campo. 13
3.1.1. Normatividad 14
3.1.2. Metodología de exploración. 15
3.2. Ensayos de laboratorio. 16
3.2.1. Normatividad de ensayos, equipos y registros de calibración. 16
3.3. Caracterización del subsuelo. 17
3.3.1. Descripción de los apiques. 17
4. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO Y GEOTÉCNICOS. 20
4.1. Potencial de expansión. 20
4.2. Capacidad de soporte de diseño. 20
5. CONCLUSIONES. 22
6. RECOMENDACIONES. 22
6.1. Relleno cunetas en tierra. 22
7. BIBLIOGRAFÍA. 23

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

ESTUDIO DE SUELOS PARA EL MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VÍAS EN LOS BARRIOS DE LA COMUNA 9 DEL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA - COMUNA 9.

INTRODUCCIÓN.

De acuerdo con la solicitud presentada por el MUNICIPIO DE MONTERÍA, se realizó el estudio de suelos para el mejoramiento y mantenimiento de las vías en los barrios de la comuna 9 del municipio de Montería, departamento de Córdoba - comuna 9.



Figura 1. Localización del proyecto en el municipio.
Fuente: Google Earth.

El proyecto consiste en la construcción de seis (6) tramos que suman 1788.62 m de pavimento hidráulico, distribuidos como se muestra a continuación:

Tramo	Dirección	Longitud (m)	Longitud total por proyecto (m)
T1	Calle 101 entre Carrera 2 y Carrera 0	118.06	**1788.62**
T2	Carrera 0 entre Calle 101 y Calle 108	604.23	
T3	Vía al Hospital	368.33	
T4	Carrera 7 entre Calle 95 y Calle 101	546.71	
T5	Calle 95 entre Carrera 4 y Carrera 7	33.64	
T6	Carrera 4 entre Calle 93 y Calle 95	117.65	

Tabla 1. Tramos a diseñar.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

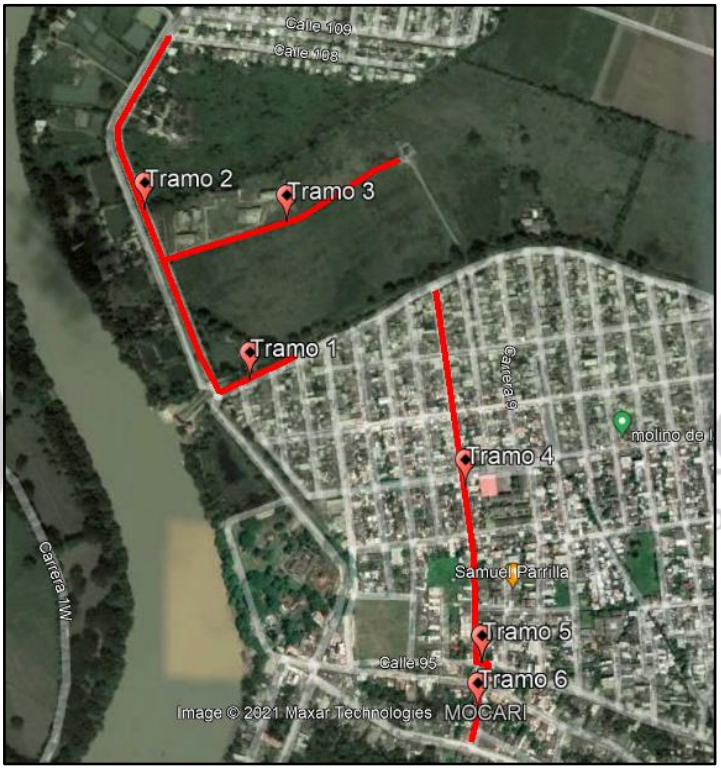


Figura 2. Localización del proyecto en el barrio.
Fuente: Google Earth.

2. INFORMACIÓN GENERAL.

2.1. Generalidades del municipio.

El municipio de Montería está situado en la zona centro del departamento de Córdoba, correspondiente a las tierras planas y ligeramente onduladas, de los valles de los ríos San Jorge y Sinú, entre las coordenadas 08° 45´27" de latitud Norte y 75° 53´24" de longitud Oeste, cubre un área total de 3141 Km^2.

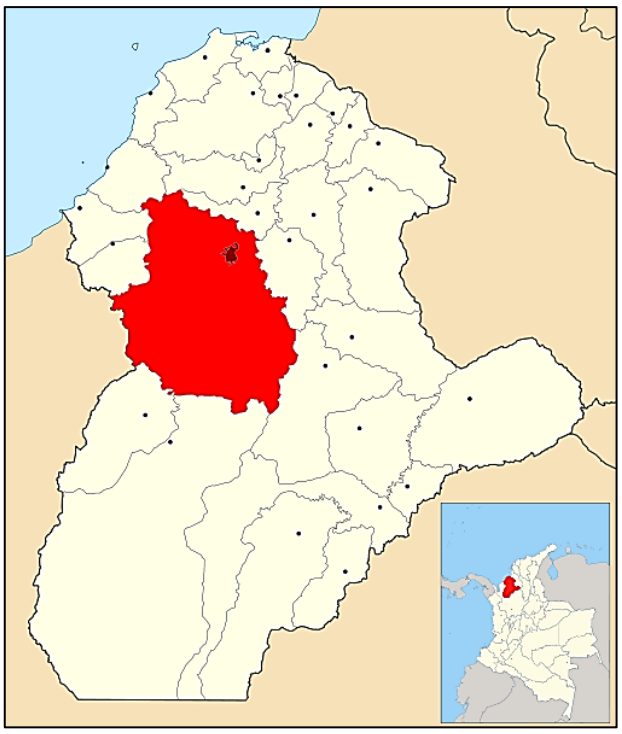


Figura 3. Localización del municipio de Montería en el departamento de Córdoba. Fuente: Wikipedia, la enciclopedia libre. "Montería", [En línea]. Julio de 2013, [julio de 2013]. Disponible en la web: https://es.wikipedia.org/wiki/Monter%C3%ADa.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

Limita al Norte con el municipio de Cereté, Puerto Escondido y San Pelayo; al este con San Carlos y Planeta Rica; al sur con Tierralta y Valencia; al oeste con el departamento de Antioquia y los municipios de Canalete y San Carlos.



Figura 4. Mapa subregiones del departamento de Córdoba.
Fuente: Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Córdoba, IGAC.

2.2. Geología.

El municipio de Montería hace parte de la unidad estratigráfica del Cinturón de San Jacinto y las unidades litoestratigráficas del anticlinorio de San Jerónimo conformado por rocas ígneas y rocas sedimentarias.

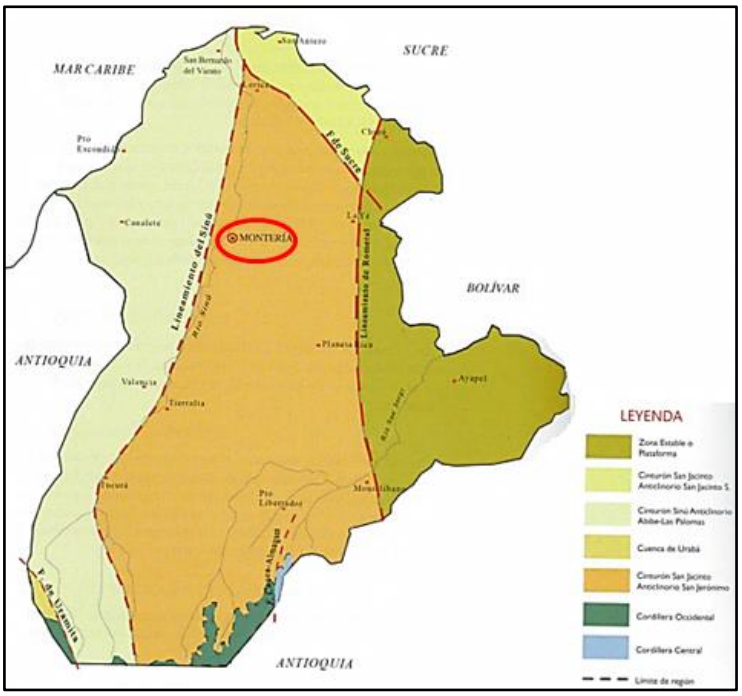


Figura 5. Mapa de regiones geotectónicas del departamento de Córdoba.
Fuente: Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Córdoba, IGAC.

El depósito encontrado en el proyecto es:

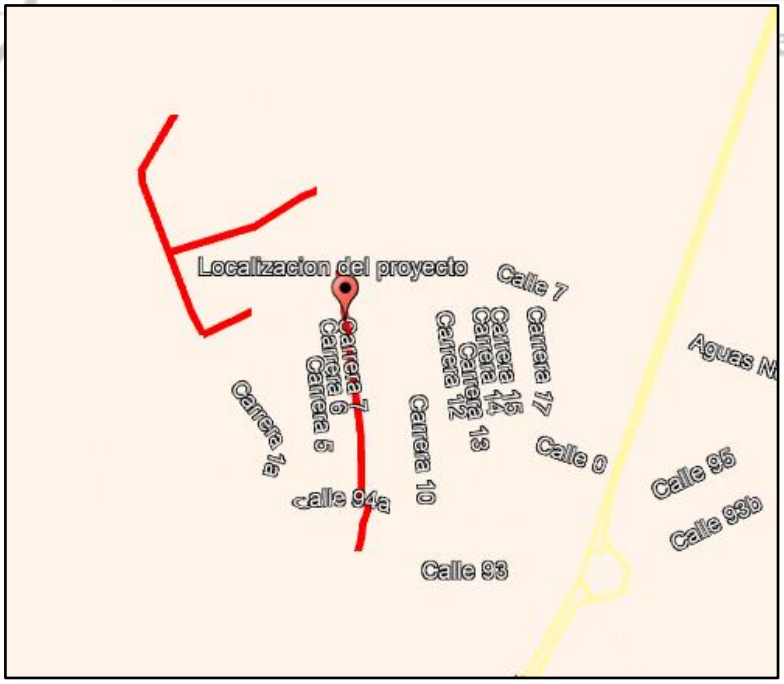


Figura 6. Mapa geológico del municipio de Montería.
Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

Q-al

Depósitos aluviales y llanuras aluviales.

Los depósitos aluviales son suelos anisotrópicos en su distribución, con propiedades geotécnicas altamente variables, estrechamente relacionadas con la granulometría. Su continuidad es irregular, pudiendo tener altos contenidos en materia orgánica en determinados medios. La permeabilidad depende de la granulometría. Generalmente presentan un nivel freático alto. (Ver Figura 7).

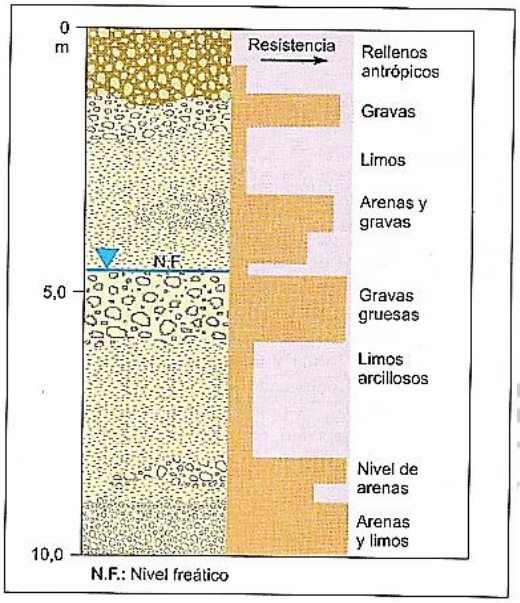


Figura 7. Perfil tipo de depósitos aluviales.
Fuente: González Vallejo, "Ingeniería geológica".

2.3. Geomorfología.

El río Sinú se caracteriza por formar valles aluviales amplios, entre los cuales está el depósito aluvial del municipio de Montería el cual aflora desde el corregimiento de Santa Isabel, hasta la población de El Vidrial al norte de Montería, donde se forman las zonas planas de gran extensión que incluye las ciudades de Montería y Cereté.

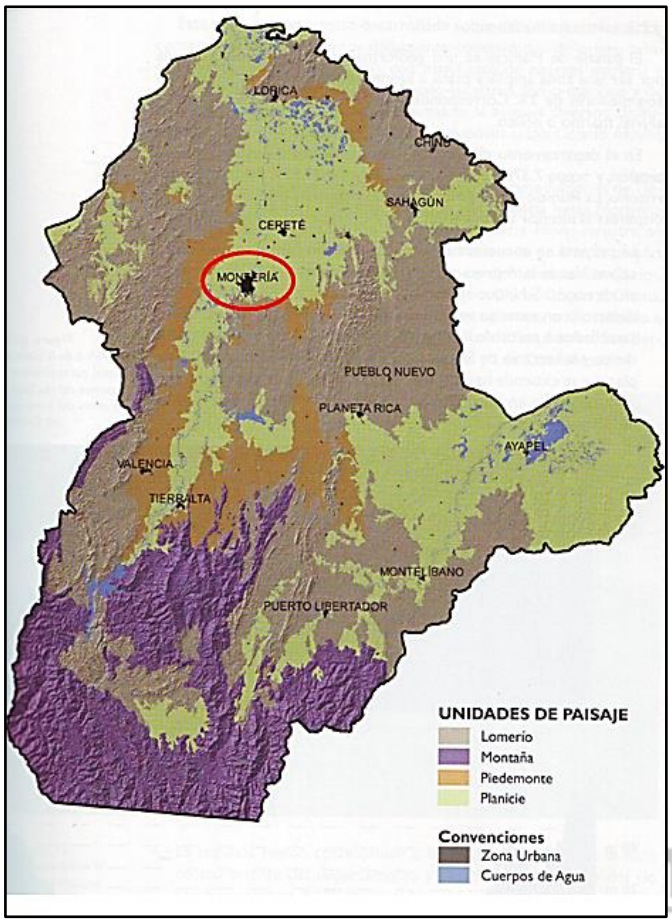


Figura 8. Unidades de paisaje del departamento de Córdoba.
Fuente: Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Córdoba, IGAC.

El sitio de construcción del proyecto corresponde a un paisaje tipo planicie, con un relieve de plano de inundación y terrazas, con una litología de sedimentos medios y finos.

El paisaje de planicie es una geoforma caracterizada por ser una zona amplia y plana a ligeramente plana, cuyas pendientes son menores a 3.00%. Corresponde a los diferentes aportes de origen aluvial, marino o eólico.

2.4. Geoestructura y ambiente morfométrico.

El municipio de Montería se localiza en la geoestructura correspondiente a la megacuenca de sedimentación ubicada al norte y occidente de la cordillera y se extiende hasta el mar caribe, cubriendo 23.788,87 Km^2, lo que equivale al 95.40% del territorio del departamento de Córdoba. Geográficamente a esta pertenecen las serranías de Abibe, San Jerónimo, y Ayapel.

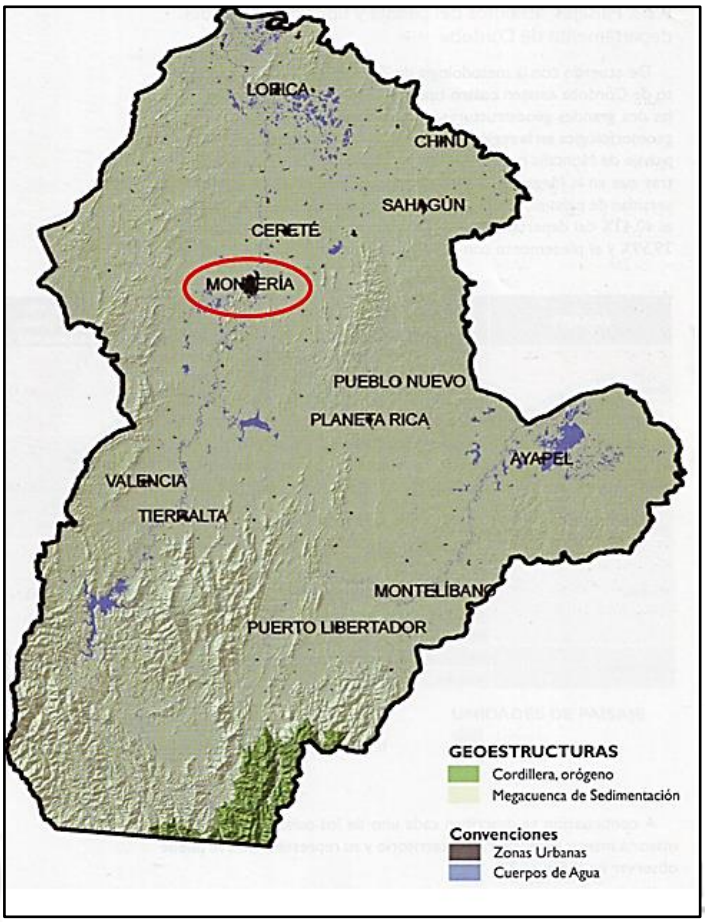


Figura 9. Mapa de Geoestructura del departamento de Córdoba.
Fuente: Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Córdoba, IGAC.

2.5. Clima.

El municipio de Montería dada su fisiografía y su posición en la llanura del caribe colombiano, se localiza con respecto a los vientos provenientes del mar en una posición de sotavento ocasionando climas predominantemente secos la mayor parte del año, con una alta humedad relativa por la presencia del río Sinú y sus sistemas de ciénagas y humedales, presenta lluvias con vientos (vendavales) en épocas húmedas y unos microrrelieves en las serranías de las Palomas y de San Carlos que se comportan como barloventos aumentando la nubosidad y la generación de lluvias.

El municipio de Montería posee una altura promedio de 18 msnm, con una precipitación media anual de 1200 mm.

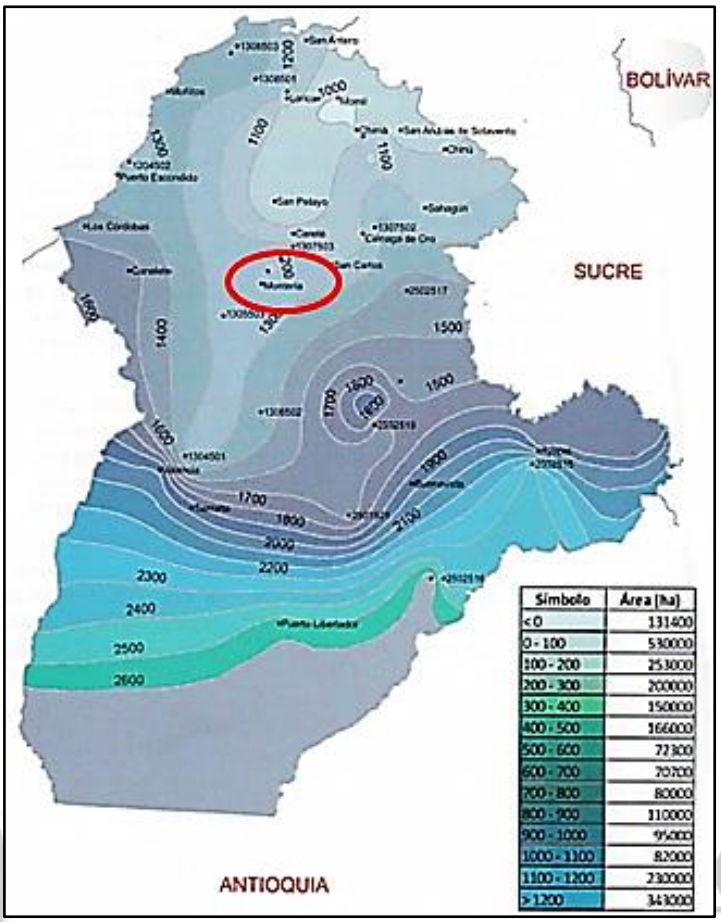


Figura 10. Mapa de Precipitación del departamento de Córdoba.
Fuente: Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Córdoba, IGAC.

El municipio presenta dos temporadas de lluvia: La primera es en parte de abril y mayo, y la segunda entre los meses de septiembre y noviembre; una temporada de menor intensidad de lluvias entre los meses de junio y agosto, y por último una temporada seca entre los meses de diciembre a marzo.

El promedio anual de la temperatura es de 26.90 °C, con un ligero aumento en los meses de marzo, abril y mayo. La Variación no es muy significativa, pues el 98.20% del territorio se encuentra en el piso térmico cálido. Por ello, puede considerarse que el promedio anual de 26.90 °C es representativo para el municipio de Montería.

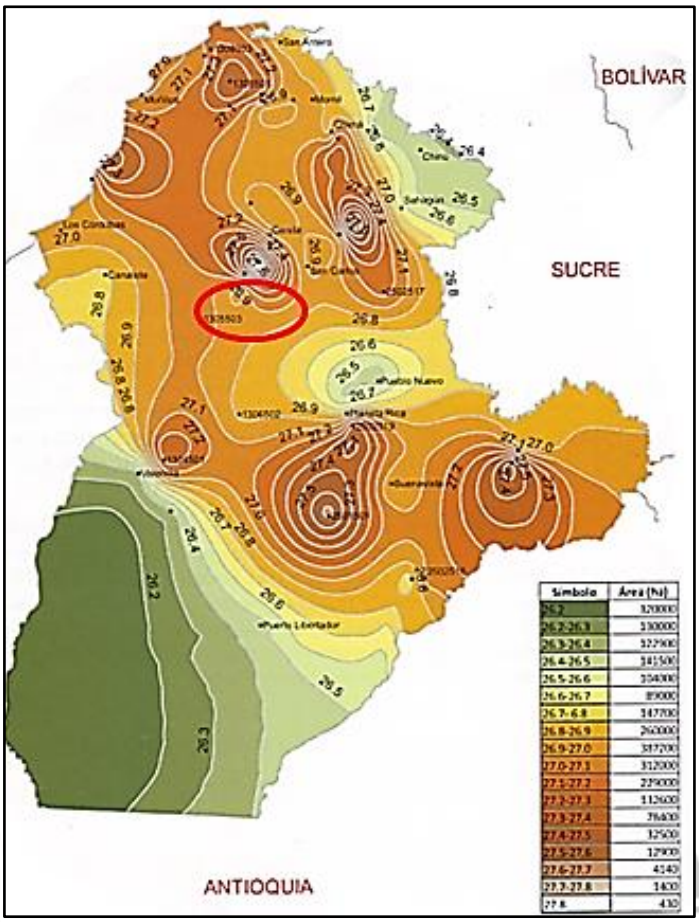


Figura 11. Mapa de Temperatura del departamento de Córdoba.
Fuente: Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Córdoba, IGAC.

El brillo solar anual varía entre 1.400 y 1.800 horas de luz.
La humedad ambiente (84.00%), se relaciona con el brillo solar y con los intensos procesos de evapotranspiración.

La evapotranspiración potencial (E.T.P.), presenta un área definida como de núcleo central regional del valle del Sinú que va desde Montería hasta el norte con un valor ubicado en el rango de 1700 - 1750 mm anuales decreciendo hacia las zonas extremas de la cuenca hasta los 1650 mm/año.

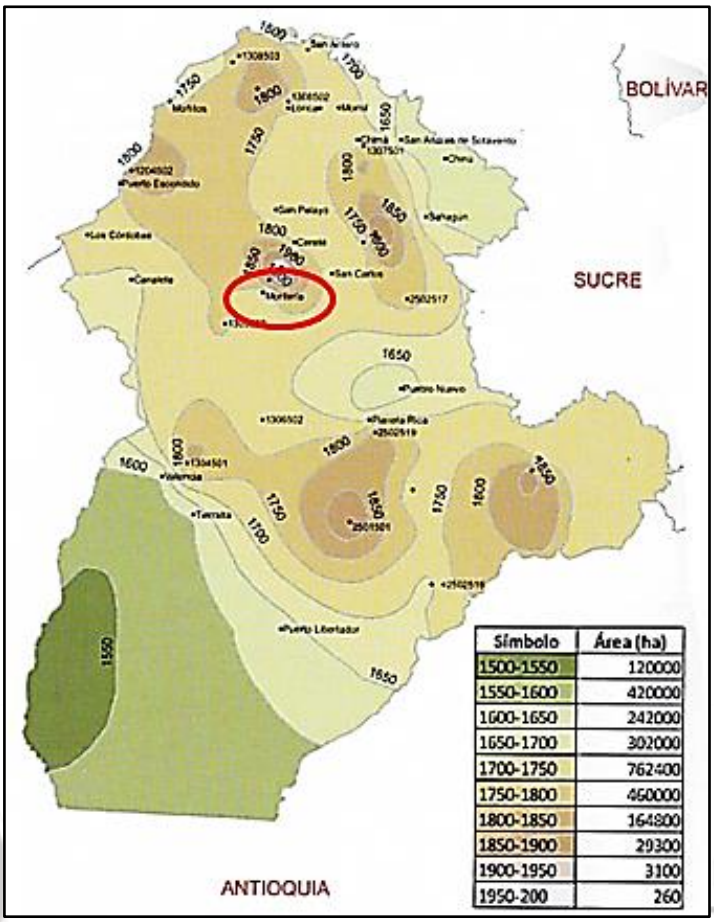


Figura 12. Mapa de Evapotranspiración del departamento de Córdoba.
Fuente: Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Córdoba, IGAC.

De acuerdo con la clasificación climática de Thornthwaite, el municipio presenta una franja alineada a lado y lado del plano de inundación del río en el clima cálido -seco; en el resto del área de Montería sigue siendo cálido, pero con un régimen de humedad semi-húmedo.

Estación	msnm	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	ETP (mm)	Déficit (mm)	Exceso (mm)	Piso Térmico	Clase Clima	Símbolo
Montería	18	1200	26,9	1711,4	558,0	46,6	Cálido	Seco	c-S

Tabla 2. Datos climáticos de la Estación Meteorológica Montería.
Fuente: Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Córdoba, IGAC.

2.6. Vegetación.

El municipio de Montería tiene área de su territorio dentro de la parte media y baja del río Sinú, la vegetación original ha sido completamente degradada sólo a pequeños bosques o zonas de bosque de galería, por la transformación y/o adecuación de las

tierras de los ecosistemas para extensas áreas de praderas para el desarrollo de sistemas pecuarios semi - intensivos y extensivos y la agricultura comercial y de subsistencia. A los alrededores del municipio se encuentra áreas agrícolas heterogéneas, áreas que presentan heterogeneidad en la cobertura, ya sea por condiciones locales de clima o de suelos que hacen difícil la separación de unidades cartográficas homogéneas, y pastos de territorios agrícolas que son tierras ocupadas principalmente para la producción de alimentos, fibras y otras materias primas industriales, ya sea que se encuentren con cultivos, con pastos, en rotación y en descanso o barbecho.

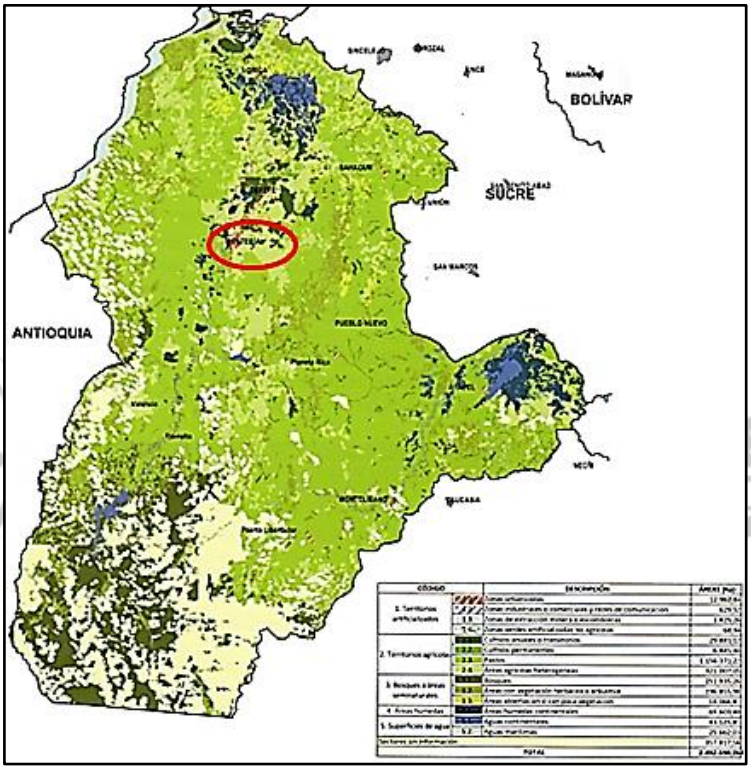


Figura 13. Mapa de Cobertura Vegetal del departamento de Córdoba.
Fuente: Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Córdoba, IGAC.

3. ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO.

3.1 Exploración de campo.

Para la evaluación del subsuelo del proyecto se realizaron siete (7) apiques de 2.00 m de profundidad, y cinco (5) ensayos, de los cuales dos (2) corresponden a CBR inalterado realizados en el terreno natural y tres (3) a CBR de laboratorio realizados a los materiales de relleno. A continuacion se presenta la localizacion de los apiques y CBR realizados, ademas del resumen del programa exploratorio:

Apique	Profundidad (m)	Nivel freático (m)
1	2.00	No se encontró
2	2.00	No se encontró
3	2.00	1.30
4	2.00	No se encontró
5	2.00	No se encontró
7	2.00	No se encontró
6	2.00	0.30

Tabla 3. Resumen de la exploración realizada.
Fuente: Elaborada por la presente consultoría.

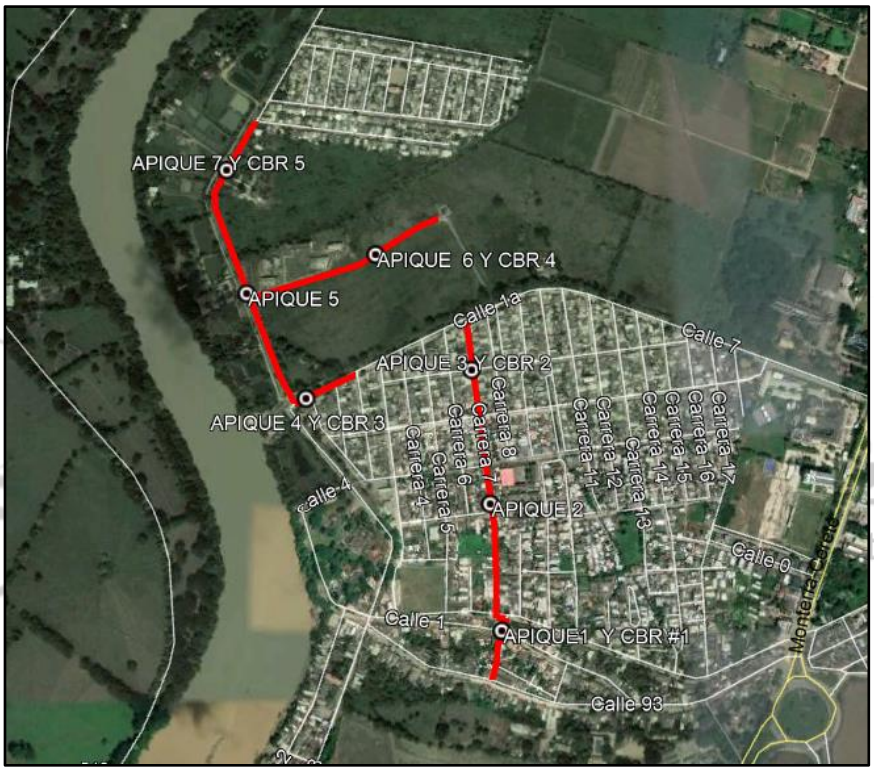


Figura 14. Localización de los apiques.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría, sobre Google Earth.

3.1.1. Normatividad.

El espaciamiento entre las perforaciones varía con base en la uniformidad que presentan los suelos, un criterio para la ubicación, profundidad y número de perforaciones se presentan en la siguiente tabla:

Tipo de zona	Espacimaiento (m)	Profundidad (m)
1. Carreteras	250 - 500	1.50
2. Pistas de aterrizaje	A lo largo de la linea central, 60 - 70 m	Cortes: -3m debajo de la rasante. Relleno: -3m debajo de la superficie existente del suelo.
3. Otras areas pavimentadas	1 perfomacion cada 1000 m2	Cortes: 3m debajo de la rasante. Relleno: 3m debajo de la superficie existente del suelo.
4. Prestamos	Pruebas suficientes para definir claramente el material	Hasta la profundidad que se propone usar como préstamo

Tabla 4. Criterios para la ejecución de perforaciones en el terreno para definir un perfil de suelo.
Fuente: Juárez Badillo, E. y Rico, A. Mecánica de suelos, Tomo I; Fundamentos de la mecánica de suelos, U.N.A.M, México, 1969, 3ª Edición.

3.1.2. Metodología de exploración.

Para realizar las perforaciones se emplearon paladraga y barreno manual tipo helicoidal. Para el avance con el barreno se acopló a la varilla de extensión y se introdujo en la perforación, se giró en el sentido de las manecillas del reloj y se le presionó hacía abajo, hasta aproximadamente 0.50 m, posteriormente se sacó el barreno, sucesivamente se limpian las cuchillas y se sigue avanzando hasta alcanzar la profundidad deseada.



Registro fotográfico 1. Exploración del subsuelo.
Fuente: Elaborada por la presente consultoría.

3.2. Ensayos de laboratorio.

La clasificación de los suelos encontrados se realiza por el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS) y el sistema de la AASHTO, y la determinación de las características de resistencia mecánica del suelo se hizo mediante la ejecución de los siguientes ensayos de laboratorio:

- Determinación de humedad.
- Límites líquido y plástico.
- Granulometría.
- Resistencia (CBR).
- Determinación del potencial de expansividad.

3.2.1. Normatividad de ensayos, equipos y registros de calibración.

Los ensayos realizados a las muestras obtenidas en campo se hicieron bajo el procedimiento de las siguientes normas:

Ensayo	Norma	Equipos
Determinación de humedad	I.N.V. E-122-13	Horno, balanza, recipientes.
Límite líquido	I.N.V. E-125-13	Cazuela de Casagrande, vidrio, espátula, ranurador, recipientes, balanza y horno.
Límite plástico	I.N.V. E-126-13	Balanza, recipientes, horno, agua destilada, vidrio o superficie plana para enrollamiento.
Granulometría	I.N.V. E-123-13	Tamices de malla cuadrada, horno, recipientes, balanzas con sensibilidad de 0.01gr y 0.10%.
Resistencia (CBR)	I.N.V. E-148-13	Moldes de CBR, máquina de ensayo a compresión CBR
Determinación del potencial de expansividad	I.N.V. E-120-13	Aparato de lambe, balanza, horno.

Tabla 5. Normatividad de ensayos, equipos y registros de calibración.
Fuente: Elaborada por la presente consultoría.

Los registros de calibración de los equipos utilizados para la realización de los ensayos se pueden observar en el anexo 3.

3.3. Caracterización del subsuelo.

3.3.1. Descripción de los apiques.

A continuación, se realiza la descripción de los apiques realizados:

APIQUE 1.
0.00 – 0.40 m: Material de relleno: Grava areno arcillosa de color gris y pardo.
0.40 – 2.00 m: Arcilla de mediana plasticidad de color pardo.
La humedad de los materiales varía entre 10 y 35%.
No se registró presencia de nivel freático.

APIQUE 2.
0.00 – 1.00 m: Material de relleno: Grava arcillo arenosa de color pardo contaminado con residuos sólidos.
1.00 – 2.00 m: Arcilla de mediana plasticidad de color pardo.
La humedad de los materiales varía entre 14 y 28%.
No se registró presencia de nivel freático.

APIQUE 3.
0.00 – 1.30 m: Material de relleno: Grava arcillo arenosa de color pardo y gris.
1.30 – 2.00 m: Arcilla de mediana plasticidad de color pardo.
La humedad de los materiales varía entre 11 y 30%.
Se registró el nivel freático a una profundidad de 1.30 m.

APIQUE 4.
0.00 – 1.30 m: Material de relleno: Grava arcillo arenosa de color pardo claro.
1.30 – 2.00 m: Arcilla de baja plasticidad de color pardo.
La humedad de los materiales varía entre 6 y 15%.
No se registró presencia de nivel freático.

APIQUE 5.
0.00 – 1.00 m: Material de relleno: Grava arcillosa de color pardo.
1.00 – 2.00 m: Limo de mediana plasticidad de color pardo.
La humedad de los materiales varía entre 9 y 22%.
No se registró presencia de nivel freático.

APIQUE 6.
0.00 – 2.00 m: Arcilla de mediana plasticidad de color pardo y gris.

La humedad de los materiales varía entre 30 y 32%.
Se registró el nivel freático a una profundidad de 0.30 m.

APIQUE 7.
0.00 – 1.30 m: Material de relleno: Grava arcillosa de color pardo.
1.30 – 2.00 m: Limo arenoso no plástico color pardo.
La humedad de los materiales varía entre 10 y 24%.
No se registró presencia de nivel freático.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

Apique	Nivel freático (m)	Muestra Nº	Profundidad (m)	W	LL	IP	Granulometría				Clasificación		Observaciones
							No. 4	No. 10	No. 40	No. 200	SUCS	AASHTO	
1	No se encontró	1	0.40	10,00%	29,00%	11,00%	40,63%	31,88%	24,01%	19,03%	GC	A-2-6	MATERIAL DE RELLENO: GRAVA ARENO ARCILLOSA
		2	1.00	34,00%	48,00%	21,00%	100,00%	100,00%	100,00%	97,03%	CL	A-7-6	ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD
		3	2.00	35,00%	46,00%	20,00%	100,00%	100,00%	100,00%	95,98%	CL	A-7-6	ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD
2	No se encontró	1	1.00	14,00%	32,00%	10,00%	47,90%	39,45%	30,42%	24,75%	GC	A-2-4	MATERIAL DE RELLENO CONTAMINADO CON RESIDUOS SOLIDOS
		2	2.00	28,00%	47,00%	21,00%	100,00%	100,00%	100,00%	97,73%	CL	A-7-6	ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD
3	1.30	1	1.30	11,00%	31,00%	10,00%	48,81%	40,52%	31,93%	26,55%	GC	A-2-4	MATERIAL DE RELLENO: GRAVA ARCILLO ARENOSA
		2	2.00	30,00%	46,00%	19,00%	100,00%	100,00%	100,00%	98,53%	CL	A-7-6	ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD
4	No se encontró	1	1.30	6,00%	31,00%	12,00%	53,67%	48,31%	40,47%	31,92%	GC	A-2-6	MATERIAL DE RELLENO: GRAVA ARCILLO ARENOSA
		2	2.00	16,00%	25,00%	6,00%	100,00%	100,00%	100,00%	95,87%	CL	A-4	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD
5	No se encontró	1	1.00	9,00%	28,00%	9,00%	41,33%	38,77%	34,27%	29,56%	GC	A-2-4	MATERIAL DE RELLENO: GRAVA ARCILLOSA
		2	2.00	22,00%	41,00%	15,00%	100,00%	100,00%	100,00%	96,57%	ML	A-7-6	LIMO DE MEDIANA PLASTICIDAD
6	0.30	1	1.00	30,00%	32,00%	10,00%	98,79%	97,76%	96,64%	92,24%	CL	A-4	ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD
		2	2.00	32,00%	46,00%	22,00%	100,00%	100,00%	100,00%	96,89%	CL	A-7-6	ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD
7	No se encontró	1	1.30	10,00%	29,00%	8,00%	39,63%	37,10%	32,85%	28,22%	GC	A-2-4	MATERIAL DE RELLENO: GRAVA ARCILLOSA
		2	2.00	24,00%	NL	NP	100,00%	100,00%	99,49%	85,17%	ML	A-4	LIMO ARENOSO NO PLASTICO

Tabla 6. Resultados de la exploración del subsuelo.
Fuente: Elaborada por la presente consultoría.

Los apiques 1, 2, 3, 4, 5 y 7, están inicialmente conformados por material de relleno correspondiente a grava arcillo arenosa y grava areno arcillosa de espesor variable entre 0.40 y 1.30 m, seguida por materiales finos entre arcilla de mediana y baja plasticidad, limos de mediana plasticidad y limos arenosos no plásticos hasta 2.00 m de profundidad. El apique 6 está conformado en su totalidad por arcilla de mediana plasticidad. Durante la exploración se registró presencia de nivel freático en los apiques 3 y 6 del estudio a 1.30 y 0.30 m de profundidad, respectivamente.

4. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO Y GEOTÉCNICOS.

Con el fin de establecer las condiciones mecánicas del suelo, se realizaron las siguientes actividades.

4.1. Potencial de expansión.

El material fino encontrado tiene valores de índice plástico entre 6 y 22%, lo cual de acuerdo con lo establecido en la tabla 132-2 de la norma E-132 del INVIAS utilizando el criterio de Holtz y Gibbs, cualifica el suelo con un potencial expansivo variable entre bajo y medio.

La fracción final del material de relleno y los materiales granulares tiene valores de índice plástico entre 8 y 12%, lo cual cualifica el suelo con un potencial expansivo bajo.

Grado de expansión	Índice de plasticidad IP (%)
	Holtz y Gibbs
Bajo	< 12
Medio	12 - 23
Alto	23 - 32
Muy alto	> 32

Tabla 7. Clasificación de suelos expansivos.
Fuente: E-132 INVIAS.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

4.2. Capacidad de soporte de diseño.

Con el fin de determinar la capacidad portante del suelo de subrasante o competencia mecánica de los materiales de fundación del pavimento, se tomaron cinco (5) ensayos de CBR, de los cuales dos (2) corresponden a CBR inalterado realizados en el terreno natural y tres (3) a CBR de laboratorio realizados a los materiales de relleno. A continuación, se muestran los resultados obtenidos:

- **CBR inalterado:**

CBR	Tipo	CBR humedad natural	CBR sumergido
1	Inalterado	3.60%	1.90%
4	Inalterado	2.17%	1.85%

Tabla 8. Resultados ensayos de CBR inalterado.
Fuente: Elaborada por la presente consultoría.

Nota: *Se utiliza el CBR sumergido con el objetivo de contemplar el escenario más desfavorable al cual puede llegar a ser sometida la estructura, es decir, un nivel de saturación del suelo de subrasante.*

- **CBR de laboratorio:**

CBR	Tipo	CBR al 100% del PM	CBR al 95% del PM
2 y 3	De laboratorio	31.63%	15.63%
5	De laboratorio	28.87%	12.57%

Tabla 9. Resultados ensayos de CBR inalterado.
Fuente: Elaborada por la presente consultoría.

De acuerdo con la información de las exploraciones y el diseño geométrico de las vías, se identifican 3 diseños tipo para el proyecto, los cuales se describen a continuación:

- **Diseño tipo 1:** Corresponde a los tramos 1 y 2, en los cuales se tiene información de los apiques 4, 5 y 7 y de los CBR 3 y 5. Teniendo en cuenta el material de relleno encontrado con un espesor mínimo de 1.00 m se considera su aporte en el diseño del pavimento, utilizando el menor valor de los CBR de laboratorio igual a 12.57%.

- **Diseño tipo 2:** Corresponde al tramo 3, en el cual se tiene información del apique 6 y el CBR 4. Este tramo de acuerdo con el diseño geométrico, se debe elevar utilizando un terraplén de espesor variable entre 0.20 y 0.90 m. El material a utilizar corresponde a material de terraplén tipo INVIAS, y tendrá un espesor mínimo de 0.20 m. Adicionalmente, en este tramo la subrasante debe ser mejorada utilizando piedra rajón sobre geotextil, con el fin de evitar afectación debido a las acumulaciones de agua.

  Considerando el aporte del mejoramiento en piedra rajón sobre geotextil, se obtiene un valor de CBR de diseño igual a 6.60%.

- **Diseño tipo 3:** Corresponde a los tramos 4, 5 y 6, en los cuales se tiene información de los apiques 1, 2 y 3 y de los CBR 1 y 2. En este diseño no se considera el aporte del material de relleno, al ser de poco espesor en el apique 1 (0.40 m) y estar contaminado con residuos solidos en el apique 2. Por lo tanto, el diseño se realiza en función del CBR de la subrasante natural igual a 1.90%.

5. CONCLUSIONES.

De acuerdo con el estudio se generan las siguientes conclusiones:

- Los apiques 1, 2, 3, 4, 5 y 7, están inicialmente conformados por material de relleno correspondiente a grava arcillo arenosa y grava areno arcillosa de espesor variable entre 0.40 y 1.30 m, seguida por materiales finos entre arcilla de mediana y baja plasticidad, limos de mediana plasticidad y limos arenosos no plásticos hasta 2.00 m de profundidad. El apique 6 está conformado en su totalidad por arcilla de mediana plasticidad. Durante la exploración se registró presencia de nivel freático en los apiques 3 y 6 del estudio a 1.30 y 0.30 m de profundidad, respectivamente.
- Durante la exploración se registró presencia de nivel freático en los apiques 3 y 6 del estudio a 1.50 y 0.30 m de profundidades respectivamente.
- Se identifican tres (3) diseños tipo, de acuerdo con las características del suelo y las condiciones geométricas del proyecto.
- En cada diseño tipo se establece una condición de mejoramiento diferente.

6. RECOMENDACIONES.

De acuerdo con el estudio se generan las siguientes recomendaciones:

- En el diseño tipo 3, se debe realizar un mejoramiento teniendo en cuenta el CBR de diseño es menor a 5%.
- El mejoramiento a utilizar debe aumentar el valor de CBR de la subrasante y se debe determinar el material a utilizar teniendo en cuenta la presencia del nivel freático.
- El material a utilizar para la conformación del terraplén en el diseño tipo 2, corresponde a material de terraplén tipo INVIAS, el cual debe cumplir con lo dispuesto en el artículo 220-13.

6.1. Relleno cunetas en tierra.

Durante las visitas realizadas al lugar de construcción del proyecto se puede evidenciar la existencia de una cuneta en tierra paralela a la vía de acceso al hospital (Tramo 3) desde la abscisa K0+100 hasta la K0+220, donde cruza la vía. De acuerdo con el trazado en planta dado para esta vía y la necesidad de elevarla de acuerdo con el requerimiento del estudio de riesgos, los taludes de relleno quedan por encima de la

cuneta en tierra, por lo que hidráulicamente se propone reconstruir esta cuneta, a 2.00 m de distancia del pie del terraplén proyectado, como se muestra en la siguiente figura:

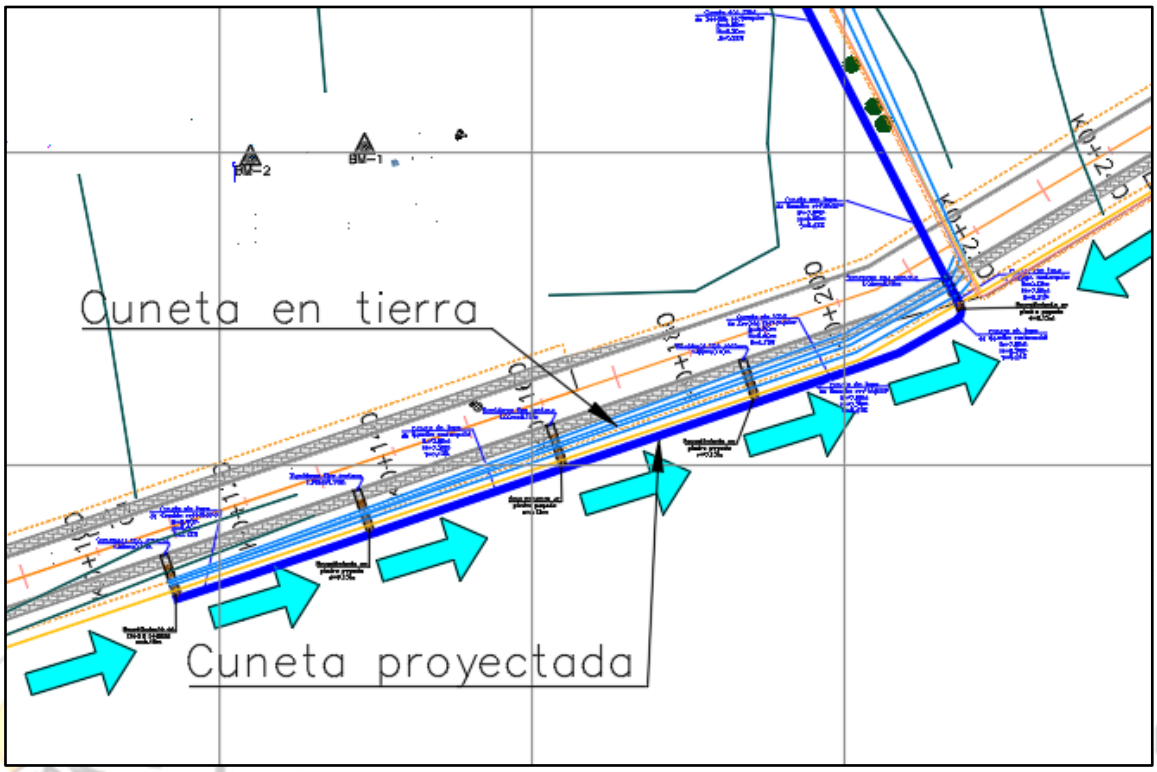


Figura 15. Planta con localización de cunetas.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Con el fin de evitar afectaciones al pavimento por la cuneta existente, se debe realizar una sobre excavación para extraer el material reblandecido tanto de las paredes como del fondo de la misma, y proceder a rellenar utilizando piedra rajón sobre geotextil, y se finaliza los 0.10 m superiores con material de terraplén tipo INVIAS.

7. BIBLIOGRAFÍA.

Como parte de este estudio se utilizó la siguiente bibliografía:

- Instituto geográfico Agustín Codazzi, "Estudio general de suelos y zonificación de tierras – Departamento de Córdoba". Imprenta nacional de Colombia, Bogotá D.C. 2009.
- Braja M. Das, "Fundamentos de ingeniería de cimentaciones", Thomson Learning.
- MS-1. Asphalt Institute, Thickness Dessing, 1981.

- Juárez Badillo. E. y Rico, A. Mecánica de suelo, Tomo 1; Fundamentos de la mecánica de suelos, U.N.A.M, México, 1969, 3ª. Edición.

- Especificaciones técnicas del INVIAS 2013.



PABLO CASTILLA NEGRETE
Ingeniero Civil
Especialista en mecánica de suelos y cimentaciones.
Especialista en ingeniería ambiental.
Especialista en Prevención, atención y reducción de desastres.
Especialista en gerencia para ingenieros.
M.P. 1320251172BLV
Montería, noviembre de 2021.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

ANEXO 1.
PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

ESTRATIGRAFIA

V1

PROYECTO: MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS DE LA COMUNA 9
LOCALIZACIÓN: BARRIO MOCARI EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA
SOLICITANTE MUNICIPIO DE MONTERIA

SONDEO: 1
FECHA: NOVIEMBRE DE 2021
CODIGO: 062100M-18

Perfil Estratigráfico		Muestra	w	LL	IP	Granulometría				Clasificación		Observaciones
						No. 4	No.10	No.40	No.200	SUCS	AASHTO	
	0m											
	0,4m	1	10,00%	29,00%	11,00%	40,63%	31,88%	24,01%	19,03%	GC	A-2-6	MATERIAL DE RELLENO: GRAVA ARENO ARCILLOSA GRIS Y PARDO
	1m	2	34,00%	48,00%	21,00%	100,00%	100,00%	100,00%	97,03%	CL	A-7-6	ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD PARDO
	2m	3	35,00%	46,00%	20,00%	100,00%	100,00%	100,00%	95,98%	CL	A-7-6	ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD PARDO

Nivel Freático: NO SE ENCONTRO

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

Ing. Geotecnista PABLO CASTILLA NEGRETE
M.P. 1320251172BLV

ESTRATIGRAFIA

V1

PROYECTO: MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS DE LA COMUNA 9
LOCALIZACIÓN: BARRIO MOCARI EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA
SOLICITANTE MUNICIPIO DE MONTERIA

SONDEO: 2
FECHA: NOVIEMBRE DE 2021
CODIGO: 062100M-18

Perfil Estratigráfico		Muestra	w	LL	IP	Granulometría				Clasificación		Observaciones
						No. 4	No.10	No.40	No.200	SUCS	AASHTO	
	0m											
	1m	1	14,00%	32,00%	10,00%	47,90%	39,45%	30,42%	24,74%	GC	A-2-4	MATERIAL DE RELLENO: GRAVA ARCILLO ARENOSA, CON PRESENCIA DE RESIDUOS SOLIDOS PARDO
	2m	2	28,00%	47,00%	21,00%	100,00%	100,00%	100,00%	97,73%	CL	A-7-6	ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD PARDO

Nivel Freático: NO SE ENCONTRO

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

Ing. Geotecnista PABLO CASTILLA NEGRETE
M.P. 1320251172BLV

ESTRATIGRAFIA

V1

PROYECTO: MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS DE LA COMUNA 9
LOCALIZACIÓN: BARRIO MOCARI EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA
SOLICITANTE MUNICIPIO DE MONTERIA

SONDEO: 3
FECHA: NOVIEMBRE DE 2021
CODIGO: 062100M-18

Perfil Estratigráfico	Muestra	w	LL	IP	Granulometría				Clasificación		Observaciones
					No. 4	No.10	No.40	No.200	SUCS	AASHTO	
0m											
1m											
1.30 m	1	11,00%	31,00%	10,00%	48,81%	40,52%	31,93%	26,55%	GC	A-2-4	MATERIAL DE RELLENO: GRAVA ARCILLO ARENOSA PARDO Y GRIS
2m	2	30,00%	46,00%	19,00%	100,00%	100,00%	100,00%	98,53%	CL	A-7-6	ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD PARDO

Nivel Freático: 1.30m

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

Ing. Geotecnista PABLO CASTILLA NEGRETE
M.P. 1320251172BLV

ESTRATIGRAFIA

V1

PROYECTO: MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS DE LA COMUNA 9
LOCALIZACIÓN: BARRIO MOCARI EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA
SOLICITANTE MUNICIPIO DE MONTERIA

SONDEO: 4
FECHA: NOVIEMBRE DE 2021
CODIGO: 062100M-18

Perfil Estratigráfico	Muestra	w	LL	IP	Granulometría				Clasificación		Observaciones
					No. 4	No.10	No.40	No.200	SUCS	AASHTO	
0m											
1m											
1.30m	1	6,00%	31,00%	12,00%	53,67%	48,31%	40,47%	31,92%	GC	A-2-6	MATERIAL DE RELLENO: GRAVA ARCILLO ARENOSA PARDO CLARO
2m	2	15,00%	24,00%	4,00%	100,00%	100,00%	100,00%	95,87%	CL	A-4	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD PARDO

Nivel Freático: NO SE ENCONTRO

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

Ing. Geotecnista PABLO CASTILLA NEGRETE
M.P. 1320251172BLV

ESTRATIGRAFIA

V1

PROYECTO: MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS DE LA COMUNA 9
LOCALIZACIÓN: BARRIO MOCARI EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA
SOLICITANTE MUNICIPIO DE MONTERIA

SONDEO: 5
FECHA: NOVIEMBRE DE 2021
CODIGO: 062100M-18

Perfil Estratigráfico	Muestra	w	LL	IP	Granulometría				Clasificación		Observaciones
					No. 4	No.10	No.40	No.200	SUCS	AASHTO	
0m											
1m	1	9,00%	28,00%	9,00%	41,33%	38,77%	34,27%	29,56%	GC	A-2-4	MATERIAL DE RELLENO: GRAVA ARCILLOSA PARDO
2m	2	22,00%	41,00%	15,00%	100,00%	100,00%	100,00%	96,57%	ML	A-7-6	LIMO DE MEDIANA PLASTICIDAD PARDO

Nivel Freático: NO SE ENCONTRO

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

Ing. Geotecnista PABLO CASTILLA NEGRETE
M.P. 1320251172BLV

ESTRATIGRAFIA

V1

PROYECTO: MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS DE LA COMUNA 9
LOCALIZACIÓN: BARRIO MOCARI EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA
SOLICITANTE MUNICIPIO DE MONTERIA

SONDEO: 6
FECHA: NOVIEMBRE DE 2021
CODIGO: 062100M-18

Perfil Estratigráfico		Muestra	w	LL	IP	Granulometría				Clasificación		Observaciones
						No. 4	No.10	No.40	No.200	SUCS	AASHTO	
	0m											
	1m	1	30,00%	32,00%	10,00%	98,79%	97,76%	96,64%	92,24%	CL	A-4	ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD GRIS
	2m	2	32,00%	46,00%	22,00%	100,00%	100,00%	100,00%	96,89%	CL	A-7-6	ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD PARDO

Nivel Freático: 0.30m

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

Ing. Geotecnista PABLO CASTILLA NEGRETE
M.P. 1320251172BLV

ESTRATIGRAFIA

V1

PROYECTO: MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS DE LA COMUNA 9
LOCALIZACIÓN: BARRIO MOCARI EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA
SOLICITANTE MUNICIPIO DE MONTERIA

SONDEO: 7
FECHA: NOVIEMBRE DE 2021
CODIGO: 062100M-18

Perfil Estratigráfico	Muestra	w	LL	IP	Granulometría				Clasificación		Observaciones
					No. 4	No.10	No.40	No.200	SUCS	AASHTO	
0m											
1m											
1.30m	1	10,00%	29,00%	8,00%	39,63%	37,10%	32,85%	28,22%	GC	A-2-4	MATERIAL DE RELLENO: GRAVA ARCILLOSA PARDO
2m	2	24,00%	NL	NP	100,00%	100,00%	99,49%	85,17%	ML	A-4	LIMO ARENOSO NO PLASTICO PARDO

Nivel Freático: NO SE ENCONTRO

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

Ing. Geotecnista PABLO CASTILLA NEGRETE
M.P. 1320251172BLV

ANEXO 2.
ENSAYOS DE LABORATORIO
(EN CD)

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

Consultorías Geotecnia y Ambiente S.A.S.

LIMITES DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL

V1

PROYECTO: MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS DE LA COMUNA 9
LOCALIZACIÓN: BARRIO MOCARI EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA
SOLICITANTE: MUNICIPIO DE MONTERIA

SONDEO Nº: 1
MUESTRA Nº: 1
PROFUNDIDAD: 0.00 - 0.40
FECHA: NOVIEMBRE DE 2021
CODIGO: 062100M-18

DESCRIPCIÓN:	**MATERIAL DE RELLENO: GRAVA ARENO GRIS Y PARDO**

HUMEDAD NATURAL

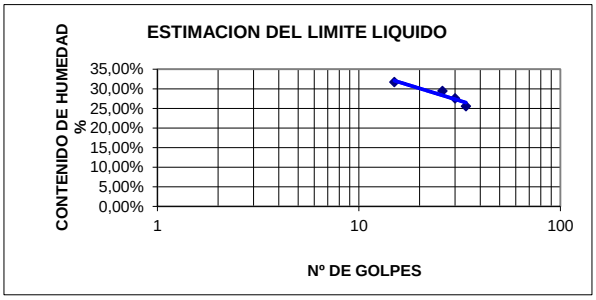
PRUEBA N°	CÁPSULA N°	PESO DE CÁPSULA gr.	P. CÁPSULA + SUELO HÚMEDO gr.	P. CÁPSULA + SUELO SECO gr.	PESO DEL AGUA gr.	PESO DEL SUELO SECO gr.	CONTENIDO DE AGUA (W) %
1	M39	3,74	19,43	18,13	1,30	14,39	9,03%
2	D11	3,94	22,16	20,51	1,65	16,57	9,96%
3	X44	3,82	19,48	17,99	1,49	14,17	10,52%
4	Q2	3,83	20,36	18,88	1,48	15,04	9,84%
							10,00%

LÍMITE LÍQUIDO

PRUEBA N°	CÁPSULA N°	N° DE GOLPES	PESO DE CÁPSULA gr.	P. CÁPSULA + SUELO HÚMEDO gr.	P. CÁPSULA + SUELO SECO gr.	PESO DEL AGUA gr.	PESO DEL SUELO SECO gr.	CONTENIDO DE AGUA (W) %
1	T31	34	13,71	25,50	23,10	2,40	9,39	25,56%
2	T19	30	13,80	24,50	22,19	2,31	8,39	27,53%
3	H19	26	13,98	23,74	21,52	2,22	7,54	29,44%
4	H2	15	13,23	23,87	21,31	2,56	8,08	31,68%
								29,00%

LÍMITE PLÁSTICO

PRUEBA N°	CÁPSULA N°	PESO DE CÁPSULA gr.	P. CÁPSULA + SUELO HÚMEDO gr.	P. CÁPSULA + SUELO SECO gr.	PESO DEL AGUA gr.	PESO DEL SUELO SECO gr.	CONTENIDO DE AGUA (W) %
1	H17	14,03	19,04	18,26	0,78	4,23	18,44%
2	H37	14,09	19,49	18,64	0,85	4,55	18,68%
3	T31	13,60	18,22	17,50	0,72	3,90	18,46%
4	T50	13,68	18,71	17,96	0,75	4,28	17,52%
							18,00%



W =	10,00%
LL =	29,00%
LP =	18,00%
I_P =	11,00%
% PASA Nº4=	40,63%
% PASA Nº200=	19,03%
CLASIF. S.U.C.S:	GC
CLASIF.AASHTO:	A-2-6

OBSERVACIONES:

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

Consultorías Geotecnia y Ambiente S.A.S.

LIMITES DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL

V1

PROYECTO:	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS DE LA COMUNA 9	**SONDEO Nº:**	1
LOCALIZACIÓN:	BARRIO MOCARI EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA	**MUESTRA Nº:**	2
SOLICITANTE:	MUNICIPIO DE MONTERIA	**PROFUNDIDAD:**	0.40 - 1.00
		FECHA:	NOVIEMBRE DE 2021
		CODIGO:	062100M-18

DESCRIPCIÓN:	**ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD**
	PARDO

HUMEDAD NATURAL

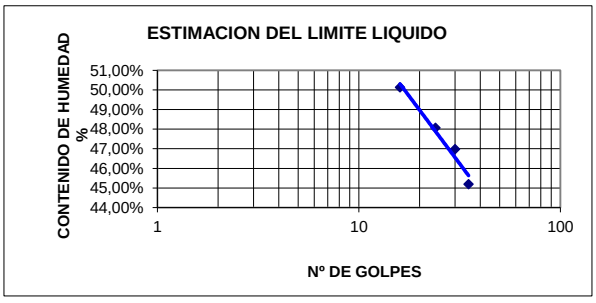
PRUEBA N°	CÁPSULA N°	PESO DE CÁPSULA gr.	P. CÁPSULA + SUELO HÚMEDO gr.	P. CÁPSULA + SUELO SECO gr.	PESO DEL AGUA gr.	PESO DEL SUELO SECO gr.	CONTENIDO DE AGUA (W) %
1	K33	4,42	12,70	10,57	2,13	6,15	34,63%
2	K15	4,52	19,66	15,82	3,84	11,30	33,98%
3	K68	4,47	17,94	14,47	3,47	10,00	34,70%
4	W7	4,47	16,77	13,62	3,15	9,15	34,39%
							34,00%

LÍMITE LÍQUIDO

PRUEBA N°	CÁPSULA N°	N° DE GOLPES	PESO DE CÁPSULA gr.	P. CÁPSULA + SUELO HÚMEDO gr.	P. CÁPSULA + SUELO SECO gr.	PESO DEL AGUA gr.	PESO DEL SUELO SECO gr.	CONTENIDO DE AGUA (W) %
1	H20	35	13,60	23,27	20,26	3,01	6,66	45,20%
2	T4	30	13,90	26,07	22,18	3,89	8,28	46,98%
3	H45	24	14,08	26,00	22,13	3,87	8,05	48,07%
4	T29	16	13,90	25,16	21,40	3,76	7,50	50,13%
								48,00%

LÍMITE PLÁSTICO

PRUEBA N°	CÁPSULA N°	PESO DE CÁPSULA gr.	P. CÁPSULA + SUELO HÚMEDO gr.	P. CÁPSULA + SUELO SECO gr.	PESO DEL AGUA gr.	PESO DEL SUELO SECO gr.	CONTENIDO DE AGUA (W) %
1	H70	13,70	19,11	17,93	1,18	4,23	27,90%
2	N24	27,82	32,51	31,52	0,99	3,70	26,76%
3	LL01	26,53	31,66	30,58	1,08	4,05	26,67%
4	LL1	26,52	32,10	30,93	1,17	4,41	26,53%
							27,00%



W =	34,00%
LL =	48,00%
LP =	27,00%
I_P =	21,00%
% PASA Nº4=	100,00%
% PASA Nº200=	97,03%
CLASIF. S.U.C.S:	CL
CLASIF.AASHTO:	A-7-6

OBSERVACIONES:

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

Consultorías Geotecnia y Ambiente S.A.S.

LIMITES DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL

V1

PROYECTO:	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS DE LA COMUNA 9	**SONDEO Nº:**	1
LOCALIZACIÓN:	BARRIO MOCARI EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA	**MUESTRA Nº:**	3
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERIA	**PROFUNDIDAD:**	1.00 - 2.00
		FECHA:	NOVIEMBRE DE 2021

DESCRIPCIÓN:	**ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD**
	PARDO

HUMEDAD NATURAL

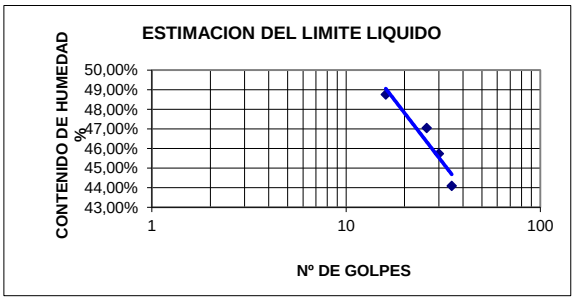
PRUEBA N°	CÁPSULA N°	PESO DE CÁPSULA gr.	P. CÁPSULA + SUELO HÚMEDO gr.	P. CÁPSULA + SUELO SECO gr.	PESO DEL AGUA gr.	PESO DEL SUELO SECO gr.	CONTENIDO DE AGUA (W) %
1	M26	3,82	17,25	13,78	3,47	9,96	34,84%
2	X37	3,93	23,11	18,10	5,01	14,17	35,36%
3	X31	3,90	16,50	13,26	3,24	9,36	34,62%
4	E13	3,88	18,95	15,05	3,91	11,16	35,00%
							35,00%

LÍMITE LÍQUIDO

PRUEBA N°	CÁPSULA N°	N° DE GOLPES	PESO DE CÁPSULA gr.	P. CÁPSULA + SUELO HÚMEDO gr.	P. CÁPSULA + SUELO SECO gr.	PESO DEL AGUA gr.	PESO DEL SUELO SECO gr.	CONTENIDO DE AGUA (W) %
1	R2	35	14,13	23,73	20,79	2,94	6,66	44,09%
2	R3	30	14,43	26,50	22,71	3,79	8,28	45,73%
3	R4	26	14,61	26,45	22,66	3,79	8,05	47,04%
4	R5	16	14,43	25,59	21,93	3,66	7,50	48,76%
								46,00%

LÍMITE PLÁSTICO

PRUEBA N°	CÁPSULA N°	PESO DE CÁPSULA gr.	P. CÁPSULA + SUELO HÚMEDO gr.	P. CÁPSULA + SUELO SECO gr.	PESO DEL AGUA gr.	PESO DEL SUELO SECO gr.	CONTENIDO DE AGUA (W) %
1	Y12	14,23	19,61	18,46	1,15	4,23	27,11%
2	Y20	28,35	33,01	32,05	0,96	3,70	25,86%
3	U14	27,06	32,16	31,11	1,05	4,05	25,84%
4	U18	27,05	32,60	31,46	1,14	4,41	25,78%
							26,00%



W =	35,00%
LL =	46,00%
LP =	26,00%
I_P =	20,00%
% PASA Nº4=	100,00%
% PASA Nº200=	95,98%
CLASIF. S.U.C.S:	CL
CLASIF.AASHTO:	A-7-6

OBSERVACIONES:

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

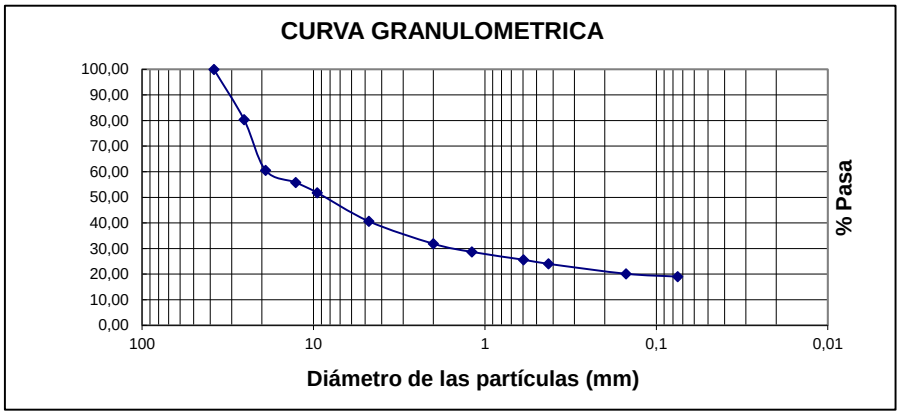
Consultorías Geotecnia y Ambiente SAS	**ANALISIS GRANULOMETRICO**	**V1**

PROYECTO:	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS DE LA COMUNA 9	**SONDEO Nº:**	1
LOCALIZACIÓN:	BARRIO MOCARI EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA	**MUESTRA Nº:**	1
SOLICITANTE:	MUNICIPIO DE MONTERIA	**PROFUNDIDAD:**	0.00 - 0.40
CODIGO:	062100M-18	**FECHA:**	NOVIEMBRE DE 2021

W rec:	36,40
W rec + m:	400,85
Peso Seco Inicial (grs) =	364,45

W ret Nº200+rec:	331,48
W ret Nº200:	295,08
SUMA PESOS RET:	295,08

Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. corregido (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum. (%)	Pasa (%)
1 1/2"	38,1	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,4	71,56	71,56	19,64	19,64	80,36
(3/4)"	19,05	72,13	72,13	19,79	39,43	60,57
(1/2)"	12,7	17,38	17,38	4,77	44,20	55,80
(3/8)"	9,52	14,48	14,48	3,97	48,17	51,83
Nº4	4,75	40,83	40,83	11,20	59,37	40,63
Nº10	2,00	31,90	31,90	8,75	68,12	31,88
Nº16	1,19	11,68	11,68	3,20	71,33	28,67
Nº30	0,60	11,10	11,10	3,05	74,38	25,62
Nº40	0,43	5,90	5,90	1,62	75,99	24,01
N ° 100	0,15	14,08	14,08	3,86	79,86	20,14
N ° 200	0,08	4,04	4,04	1,11	80,97	19,03
Fondo	0,00	69,37	69,37	19,03	100,00	0,00
Total		364,45	364,45			



TAMIZ Nº4:	TAMIZ Nº200:	LL:	IP:	IG
40,63%	**19,03%**	**29,00%**	**11,00%**	**0**

Clasificación AASHTO:	**A-2-6**
Clasificación Sistema Unificado :	**GC**
MATERIAL DE RELLENO: GRAVA ARENO ARCILLOSA	

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

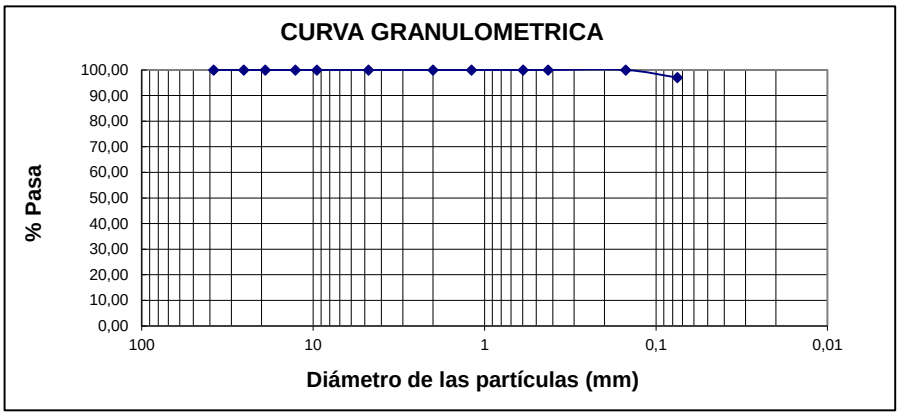
Consultorías Geotecnia y Ambiente S.A.S.	**ANALISIS GRANULOMETRICO**	**V1**

PROYECTO:	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS DE LA	**SONDEO Nº:**	1
LOCALIZACIÓN:	BARRIO MOCARI EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA	**MUESTRA Nº:**	2
SOLICITANTE:	MUNICIPIO DE MONTERIA	**PROFUNDIDAD:**	0.40 - 1.00
CODIGO:	062100M-18	**FECHA:**	NOVIEMBRE DE 2021

W rec:	30,86
W rec + m:	214,24
Peso Seco Inicial (grs) =	183,38

W ret Nº200+rec:	36,31
W ret Nº200:	5,45
SUMA PESOS RET:	5,45

Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. corregido (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum. (%)	Pasa (%)
1 1/2"	38,1	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,4	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(3/4)"	19,05	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(1/2)"	12,7	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(3/8)"	9,52	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº4	4,75	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº10	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº16	1,19	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº30	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº40	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
N ° 100	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
N ° 200	0,08	5,45	5,45	2,97	2,97	97,03
Fondo	0,00	177,93	177,93	97,03	100,00	0,00
Total		183,38	183,38			



TAMIZ Nº4:	TAMIZ Nº200:	LL:	IP:	IG
100,00%	**97,03%**	**48,00%**	**21,00%**	**24**

Clasificación AASHTO:	**A-7-6**
Clasificación Sistema Unificado :	**CL**
ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD	

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

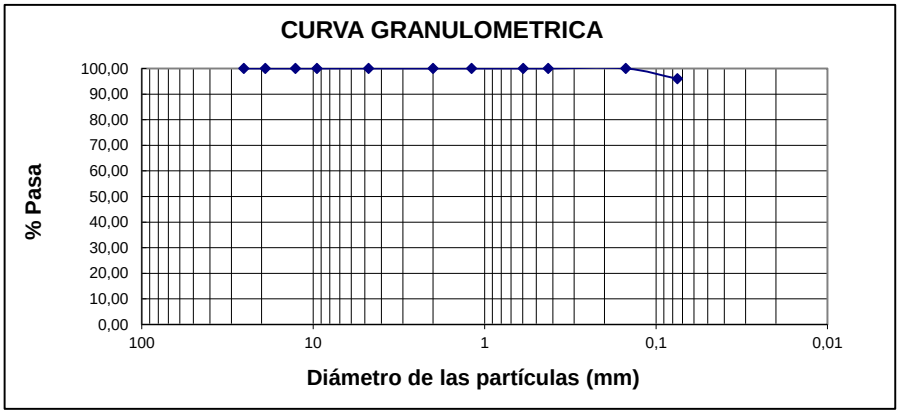
Consultorías Geotecnia y Ambiente S.A.S.	**ANALISIS GRANULOMETRICO**	**V1**

PROYECTO:	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS DE LA	**SONDEO Nº:**	1
LOCALIZACIÓN:	BARRIO MOCARI EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA	**MUESTRA Nº:**	3
SOLICITANTE:	MUNICIPIO DE MONTERIA	**PROFUNDIDAD:**	1.00 - 2.00
CODIGO:	062100M-18	**FECHA:**	NOVIEMBRE DE 2021

W rec:	19,26
W rec + m:	160,32
Peso Seco Inicial (grs) =	141,06

W ret Nº200+rec:	24,93
W ret Nº200:	5,7
SUMA PESOS RET:	5,7

Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. corregido (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum. (%)	Pasa (%)
(1")	25,4	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(3/4)"	19,05	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(1/2)"	12,7	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(3/8)"	9,52	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº4	4,75	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº10	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº16	1,19	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº30	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº40	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
N ° 100	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
N ° 200	0,08	5,67	5,67	4,02	4,02	95,98
Fondo	0,00	135,39	135,39	95,98	100,00	0,00
Total		141,06	141,06			



TAMIZ Nº4:	TAMIZ Nº200:	LL:	IP:	IG
100,00%	**95,98%**	**46,00%**	**20,00%**	**22**

Clasificación AASHTO:	**A-7-6**
Clasificación Sistema Unificado :	**CL**
ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD	

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

Consultorías Geotecnia y Ambiente S.A.S

LIMITES DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL

V1

PROYECTO: MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS DE LA COMUNA 9
LOCALIZACIÓN: BARRIO MOCARI EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA
SOLICITANTE: MUNICIPIO DE MONTERIA

SONDEO Nº: 2
MUESTRA Nº: 1
PROFUNDIDAD: 0.00 - 1.00
FECHA: NOVIEMBRE DE 2021
CODIGO: 062100M-18

DESCRIPCIÓN:	**MATERIAL DE RELLENO: GRAVA ARCILLO PARDO**

HUMEDAD NATURAL

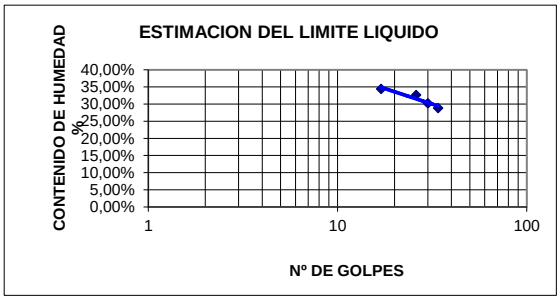
PRUEBA Nº	CÁPSULA Nº	PESO DE CÁPSULA gr.	P. CÁPSULA + SUELO HÚMEDO gr.	P. CÁPSULA + SUELO SECO gr.	PESO DEL AGUA gr.	PESO DEL SUELO SECO gr.	CONTENIDO DE AGUA (W) %
1	K42	4,49	25,24	22,72	2,52	18,23	13,82%
2	K64	4,25	29,60	26,64	2,96	22,39	13,22%
3	C31	4,10	26,54	23,80	2,74	19,70	13,91%
4	U15	4,28	27,13	24,39	2,74	20,11	13,63%
							14,00%

LÍMITE LÍQUIDO

PRUEBA Nº	CÁPSULA Nº	Nº DE GOLPES	PESO DE CÁPSULA gr.	P. CÁPSULA + SUELO HÚMEDO gr.	P. CÁPSULA + SUELO SECO gr.	PESO DEL AGUA gr.	PESO DEL SUELO SECO gr.	CONTENIDO DE AGUA (W) %
1	T4	34	13,60	26,10	23,30	2,80	9,70	28,87%
2	H21	30	14,13	24,46	22,06	2,40	7,93	30,26%
3	T20	26	13,90	25,02	22,28	2,74	8,38	32,70%
4	H32	17	13,21	25,93	22,67	3,26	9,46	34,46%
								32,00%

LÍMITE PLÁSTICO

PRUEBA Nº	CÁPSULA Nº	PESO DE CÁPSULA gr.	P. CÁPSULA + SUELO HÚMEDO gr.	P. CÁPSULA + SUELO SECO gr.	PESO DEL AGUA gr.	PESO DEL SUELO SECO gr.	CONTENIDO DE AGUA (W) %
1	H9	13,78	18,21	17,42	0,79	3,64	21,70%
2	H7	13,73	18,21	17,38	0,83	3,65	22,74%
3	L20	13,98	18,93	18,03	0,90	4,05	22,22%
4	T11	13,90	19,16	18,19	0,97	4,29	22,61%
							22,00%



W =	14,00%
LL =	32,00%
LP =	22,00%
I_P =	10,00%
% PASA Nº4=	47,90%
% PASA Nº200=	24,74%
CLASIF. S.U.C.S:	GC
CLASIF.AASHTO:	A-2-4

OBSERVACIONES:

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

LIMITES DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL

V1

Consultorías Geotecnia y Ambiente S.A.S.

PROYECTO:	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS DE LA COMUNA 9	**SONDEO Nº:**	2
LOCALIZACIÓN:	BARRIO MOCARI EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA	**MUESTRA Nº:**	2
SOLICITANTE:	MUNICIPIO DE MONTERIA	**PROFUNDIDAD:**	1.00 - 2.00
		FECHA:	NOVIEMBRE DE 2021
		CODIGO:	062100M-18

DESCRIPCIÓN:	**ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD**
	PARDO

HUMEDAD NATURAL

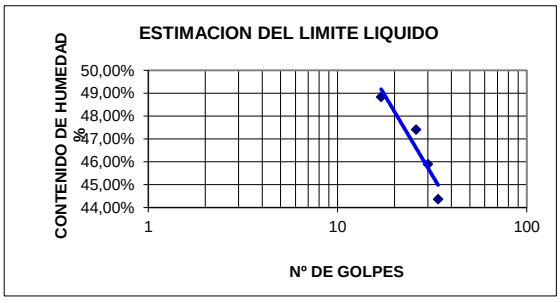
PRUEBA Nº	CÁPSULA Nº	PESO DE CÁPSULA gr.	P. CÁPSULA + SUELO HÚMEDO gr.	P. CÁPSULA + SUELO SECO gr.	PESO DEL AGUA gr.	PESO DEL SUELO SECO gr.	CONTENIDO DE AGUA (W) %
1	K58	4,58	19,03	15,82	3,21	11,24	28,56%
2	A11	3,75	22,25	18,21	4,04	14,46	27,94%
3	T11	4,18	15,01	12,66	2,35	8,48	27,71%
4	U20	4,17	18,76	15,56	3,20	11,39	28,09%
							28,00%

LÍMITE LÍQUIDO

PRUEBA Nº	CÁPSULA Nº	Nº DE GOLPES	PESO DE CÁPSULA gr.	P. CÁPSULA + SUELO HÚMEDO gr.	P. CÁPSULA + SUELO SECO gr.	PESO DEL AGUA gr.	PESO DEL SUELO SECO gr.	CONTENIDO DE AGUA (W) %
1	O2	34	13,85	23,84	20,77	3,07	6,92	44,36%
2	O6	30	14,15	26,61	22,69	3,92	8,54	45,90%
3	O7	26	14,33	26,58	22,64	3,94	8,31	47,41%
4	O8	17	14,15	25,70	21,91	3,79	7,76	48,84%
								47,00%

LÍMITE PLÁSTICO

PRUEBA Nº	CÁPSULA Nº	PESO DE CÁPSULA gr.	P. CÁPSULA + SUELO HÚMEDO gr.	P. CÁPSULA + SUELO SECO gr.	PESO DEL AGUA gr.	PESO DEL SUELO SECO gr.	CONTENIDO DE AGUA (W) %
1	A13	14,68	20,25	19,07	1,18	4,39	26,79%
2	A14	28,80	33,65	32,66	0,99	3,86	25,54%
3	A15	27,51	32,80	31,72	1,08	4,21	25,56%
4	S35	27,50	33,24	32,07	1,17	4,57	25,51%
							26,00%



W =	28,00%
LL =	47,00%
LP =	26,00%
I_P =	21,00%
% PASA Nº4=	100,00%
% PASA Nº200=	97,73%
CLASIF. S.U.C.S:	CL
CLASIF.AASHTO:	A-7-6

OBSERVACIONES:

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

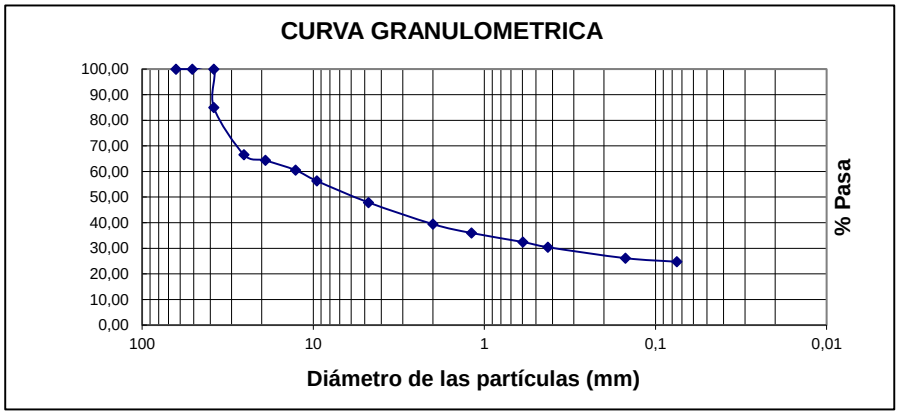
Consultorías Geotecnia y Ambiente S.A.S.	ANALISIS GRANULOMETRICO	V1

PROYECTO:	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS DE LA	**SONDEO Nº:**	2
LOCALIZACIÓN:	BARRIO MOCARI EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA	**MUESTRA Nº:**	1
SOLICITANTE:	MUNICIPIO DE MONTERIA	**PROFUNDIDAD:**	0.00 - 1.00
CODIGO:	062100M-18	**FECHA:**	NOVIEMBRE DE 2021

W rec:	40,04
W rec + m:	491,34
Peso Seco Inicial (grs) =	451,30

W ret Nº200+rec:	379,69
W ret Nº200:	339,65
SUMA PESOS RET:	339,65

Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. corregido (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum. (%)	Pasa (%)
2(1/2)"	63,5	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,8	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1(1/2)"	38,1	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,1	67,92	67,92	15,05	15,05	84,95
1"	25,4	82,92	82,92	18,37	33,42	66,58
(3/4)"	19,05	10,11	10,11	2,24	35,66	64,34
(1/2)"	12,7	17,12	17,12	3,79	39,46	60,54
(3/8)"	9,52	19,12	19,12	4,24	43,69	56,31
Nº4	4,75	37,95	37,95	8,41	52,10	47,90
Nº10	2,00	38,11	38,11	8,44	60,55	39,45
Nº16	1,19	15,70	15,70	3,48	64,03	35,97
Nº30	0,60	15,88	15,88	3,52	67,54	32,46
Nº40	0,43	9,18	9,18	2,03	69,58	30,42
N ° 100	0,15	19,30	19,30	4,28	73,86	26,14
N ° 200	0,08	6,34	6,34	1,40	75,26	24,74
Fondo	0,00	111,65	111,65	24,74	100,00	0,00
Total		451,30	451,30			



TAMIZ Nº4:	TAMIZ Nº200:	LL:	IP:	IG
47,90%	**24,74%**	**32,00%**	**10,00%**	**0**

Clasificación AASHTO:	**A-2-4**
Clasificación Sistema Unificado :	**GC**
MATERIAL DE RELLENO: GRAVA ARCILLO ARENOSA, CON PRESENCIA DE RESIDUOS SOLIDOS	

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

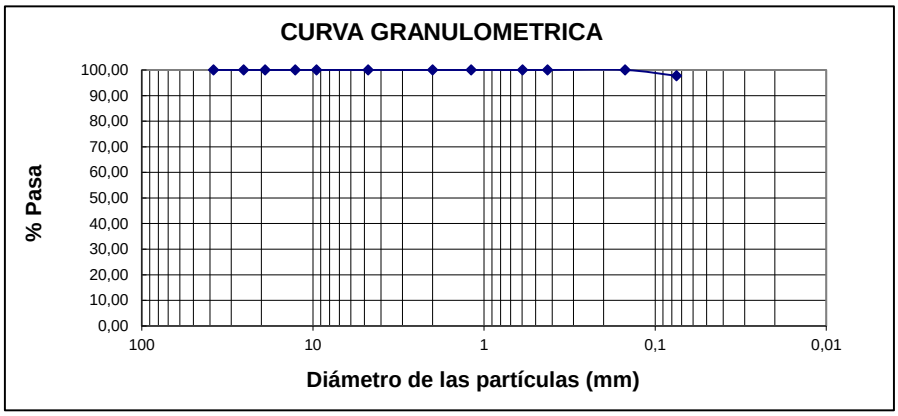
Consultorías Geotecnia y Ambiente S.A.S.	**ANALISIS GRANULOMETRICO**	**V1**

PROYECTO:	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS DE LA	**SONDEO Nº:**	2
LOCALIZACIÓN:	BARRIO MOCARI EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA	**MUESTRA Nº:**	2
SOLICITANTE:	MUNICIPIO DE MONTERIA	**PROFUNDIDAD:**	1.00 - 2.00
CODIGO:	062100M-18	**FECHA:**	NOVIEMBRE DE 2021

W rec:	32,45
W rec + m:	234,75
Peso Seco Inicial (grs) =	202,30

W ret Nº200+rec:	37,04
W ret Nº200:	4,59
SUMA PESOS RET:	4,59

Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. corregido (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum. (%)	Pasa (%)
1 1/2"	38,1	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,4	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(3/4)"	19,05	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(1/2)"	12,7	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(3/8)"	9,52	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº4	4,75	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº10	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº16	1,19	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº30	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº40	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
N ° 100	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
N ° 200	0,08	4,59	4,59	2,27	2,27	97,73
Fondo	0,00	197,71	197,71	97,73	100,00	0,00
Total		202,30	202,30			



TAMIZ Nº4:	TAMIZ Nº200:	LL:	IP:	IG
100,00%	**97,73%**	**47,00%**	**21,00%**	**24**

Clasificación AASHTO:	**A-7-6**
Clasificación Sistema Unificado :	**CL**
ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD	

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

LIMITES DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL

V1

Consultorías Geotecnia y Ambiente S.A.S.

PROYECTO: MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS DE LA COMUNA 9
LOCALIZACIÓN: BARRIO MOCARI EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA
SOLICITANTE: MUNICIPIO DE MONTERIA

SONDEO Nº: 3
MUESTRA Nº: 1
PROFUNDIDAD: 0.00 - 1.30
FECHA: NOVIEMBRE DE 2021
CODIGO: 062100M-18

DESCRIPCIÓN:	**MATERIAL DE RELLENO: GRAVA ARCILLO**
	PARDO Y GRIS

HUMEDAD NATURAL

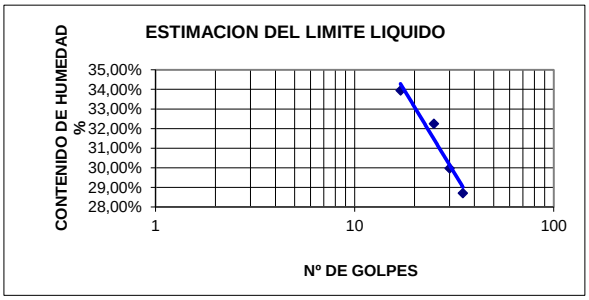
PRUEBA N°	CÁPSULA N°	PESO DE CÁPSULA gr.	P. CÁPSULA + SUELO HÚMEDO gr.	P. CÁPSULA + SUELO SECO gr.	PESO DEL AGUA gr.	PESO DEL SUELO SECO gr.	CONTENIDO DE AGUA (W) %
1	T12	4,39	18,06	16,79	1,27	12,40	10,24%
2	X21	4,10	14,20	13,23	0,97	9,13	10,62%
3	C41	3,54	19,68	17,96	1,72	14,42	11,93%
4	F15	4,01	17,31	15,99	1,32	11,98	11,02%
							11,00%

LÍMITE LÍQUIDO

PRUEBA N°	CÁPSULA N°	N° DE GOLPES	PESO DE CÁPSULA gr.	P. CÁPSULA + SUELO HÚMEDO gr.	P. CÁPSULA + SUELO SECO gr.	PESO DEL AGUA gr.	PESO DEL SUELO SECO gr.	CONTENIDO DE AGUA (W) %
1	S11	35	13,30	26,60	23,63	2,97	10,33	28,71%
2	S12	30	13,83	24,96	22,39	2,57	8,56	29,98%
3	S13	25	13,60	25,52	22,61	2,91	9,01	32,25%
4	S14	17	12,91	26,43	23,00	3,43	10,09	33,95%
								31,00%

LÍMITE PLÁSTICO

PRUEBA N°	CÁPSULA N°	PESO DE CÁPSULA gr.	P. CÁPSULA + SUELO HÚMEDO gr.	P. CÁPSULA + SUELO SECO gr.	PESO DEL AGUA gr.	PESO DEL SUELO SECO gr.	CONTENIDO DE AGUA (W) %
1	I45	13,98	18,41	17,65	0,76	3,67	20,71%
2	I46	13,93	18,41	17,61	0,80	3,68	21,74%
3	E29	14,18	19,13	18,26	0,87	4,08	21,32%
4	E30	14,10	19,36	18,42	0,94	4,32	21,76%
							21,00%



W =	11,00%
LL =	31,00%
LP =	21,00%
I_P =	10,00%
% PASA Nº4=	48,81%
% PASA Nº200=	26,55%
CLASIF. S.U.C.S:	GC
CLASIF.AASHTO:	A-2-4

OBSERVACIONES:

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

LIMITES DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL

V1

Consultorías Geotecnia y Ambiente S.A.S.

PROYECTO:	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS DE LA COMUNA 9	**SONDEO Nº:**	3
LOCALIZACIÓN:	BARRIO MOCARI EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA	**MUESTRA Nº:**	2
SOLICITANTE:	MUNICIPIO DE MONTERIA	**PROFUNDIDAD:**	1.30 - 2.00
		FECHA:	NOVIEMBRE DE 2021
		CODIGO:	062100M-18

DESCRIPCIÓN:	**ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD**
	PARDO

HUMEDAD NATURAL

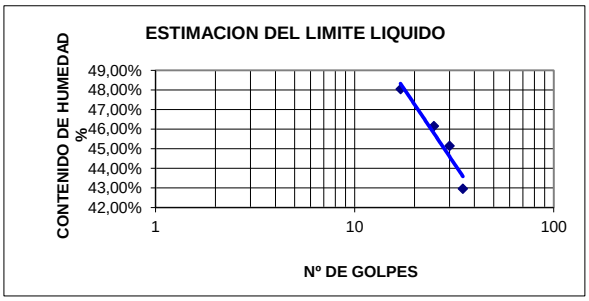
PRUEBA N°	CÁPSULA N°	PESO DE CÁPSULA gr.	P. CÁPSULA + SUELO HÚMEDO gr.	P. CÁPSULA + SUELO SECO gr.	PESO DEL AGUA gr.	PESO DEL SUELO SECO gr.	CONTENIDO DE AGUA (W) %
1	K37	4,27	22,33	18,10	4,23	13,83	30,59%
2	M28	3,79	16,38	13,50	2,88	9,71	29,66%
3	M51	3,83	21,21	17,20	4,01	13,37	29,99%
4	F63	3,96	19,97	16,27	3,71	12,30	30,13%
							30,00%

LÍMITE LÍQUIDO

PRUEBA N°	CÁPSULA N°	N° DE GOLPES	PESO DE CÁPSULA gr.	P. CÁPSULA + SUELO HÚMEDO gr.	P. CÁPSULA + SUELO SECO gr.	PESO DEL AGUA gr.	PESO DEL SUELO SECO gr.	CONTENIDO DE AGUA (W) %
1	P81	35	13,95	23,70	20,77	2,93	6,82	42,96%
2	P82	30	14,25	26,50	22,69	3,81	8,44	45,14%
3	P83	25	14,43	26,43	22,64	3,79	8,21	46,16%
4	O4	17	14,25	25,59	21,91	3,68	7,66	48,04%
								46,00%

LÍMITE PLÁSTICO

PRUEBA N°	CÁPSULA N°	PESO DE CÁPSULA gr.	P. CÁPSULA + SUELO HÚMEDO gr.	P. CÁPSULA + SUELO SECO gr.	PESO DEL AGUA gr.	PESO DEL SUELO SECO gr.	CONTENIDO DE AGUA (W) %
1	Y13	14,24	19,71	18,50	1,21	4,26	28,40%
2	Y14	28,36	33,11	32,09	1,02	3,73	27,35%
3	Y15	27,07	32,26	31,15	1,11	4,08	27,21%
4	Y16	27,06	32,70	31,50	1,20	4,44	27,03%
							27,00%



W =	30,00%
LL =	46,00%
LP =	27,00%
I_P =	19,00%
% PASA Nº4=	100,00%
% PASA Nº200=	98,53%
CLASIF. S.U.C.S:	CL
CLASIF.AASHTO:	A-7-6

OBSERVACIONES:

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

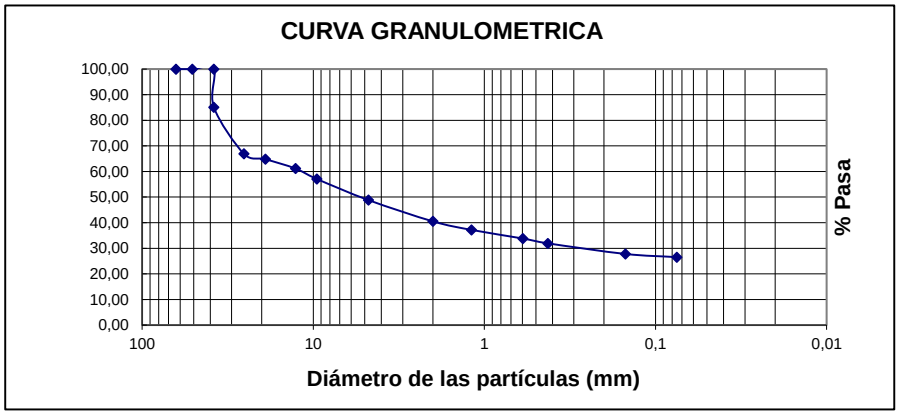
Consultorías Geotecnia y Ambiente S.A.S.	ANALISIS GRANULOMETRICO	V1

PROYECTO:	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS DE LA	**SONDEO Nº:**	3
LOCALIZACIÓN:	BARRIO MOCARI EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA	**MUESTRA Nº:**	1
SOLICITANTE:	MUNICIPIO DE MONTERIA	**PROFUNDIDAD:**	0.00 - 1.30
CODIGO:	062100M-18	**FECHA:**	NOVIEMBRE DE 2021

W rec:	37,68
W rec + m:	489,57
Peso Seco Inicial (grs) =	451,89

W ret Nº200+rec:	369,61
W ret Nº200:	331,93
SUMA PESOS RET:	331,93

Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. corregido (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum. (%)	Pasa (%)
2(1/2)"	63,5	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,8	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1(1/2)"	38,1	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,1	67,28	67,28	14,89	14,89	85,11
1"	25,4	82,28	82,28	18,21	33,10	66,90
(3/4)"	19,05	9,47	9,47	2,10	35,19	64,81
(1/2)"	12,7	16,48	16,48	3,65	38,84	61,16
(3/8)"	9,52	18,48	18,48	4,09	42,93	57,07
Nº4	4,75	37,31	37,31	8,26	51,19	48,81
Nº10	2,00	37,47	37,47	8,29	59,48	40,52
Nº16	1,19	15,06	15,06	3,33	62,81	37,19
Nº30	0,60	15,24	15,24	3,37	66,18	33,82
Nº40	0,43	8,54	8,54	1,89	68,07	31,93
N ° 100	0,15	18,66	18,66	4,13	72,20	27,80
N ° 200	0,08	5,66	5,66	1,25	73,45	26,55
Fondo	0,00	119,96	119,96	26,55	100,00	0,00
Total		451,89	451,89			



TAMIZ Nº4:	TAMIZ Nº200:	LL:	IP:	IG
48,81%	**26,55%**	**31,00%**	**10,00%**	**0**

Clasificación AASHTO:	**A-2-4**
Clasificación Sistema Unificado :	**GC**
MATERIAL DE RELLENO: GRAVA ARCILLO ARENOSA	

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

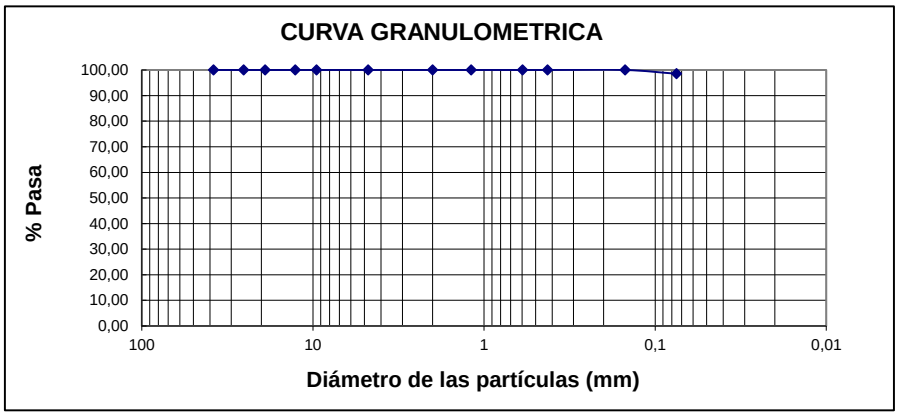
Consultorías Geotecnia y Ambiente S.A.S.	**ANALISIS GRANULOMETRICO**	**V1**

PROYECTO:	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS DE LA	**SONDEO Nº:**	3
LOCALIZACIÓN:	BARRIO MOCARI EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA	**MUESTRA Nº:**	2
SOLICITANTE:	MUNICIPIO DE MONTERIA	**PROFUNDIDAD:**	1.30 - 2.00
CODIGO:	062100M-18	**FECHA:**	NOVIEMBRE DE 2021

W rec:	38,72
W rec + m:	478,54
Peso Seco Inicial (grs) =	439,82

W ret Nº200+rec:	45,18
W ret Nº200:	6,46
SUMA PESOS RET:	6,46

Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. corregido (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum. (%)	Pasa (%)
1 1/2"	38,1	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,4	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(3/4)"	19,05	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(1/2)"	12,7	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(3/8)"	9,52	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº4	4,75	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº10	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº16	1,19	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº30	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº40	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
N ° 100	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
N ° 200	0,08	6,46	6,46	1,47	1,47	98,53
Fondo	0,00	433,36	433,36	98,53	100,00	0,00
Total		439,82	439,82			



TAMIZ Nº4:	TAMIZ Nº200:	LL:	IP:	IG
100,00%	98,53%	46,00%	19,00%	22

Clasificación AASHTO:	**A-7-6**
Clasificación Sistema Unificado :	**CL**
ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD	

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

Consultorías Geotecnia y Ambiente SAS	LIMITES DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL	V1

PROYECTO: MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS DE LA COMUNA 9
LOCALIZACIÓN: BARRIO MOCARI EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA
SOLICITANTE: MUNICIPIO DE MONTERIA

SONDEO Nº: 4
MUESTRA Nº: 1
PROFUNDIDAD: 0.00 - 1.30
FECHA: NOVIEMBRE DE 2021
CODIGO: 062100M-18

DESCRIPCIÓN:	**MATERIAL DE RELLENO: GRAVA ARCILLO PARDO CLARO**

HUMEDAD NATURAL

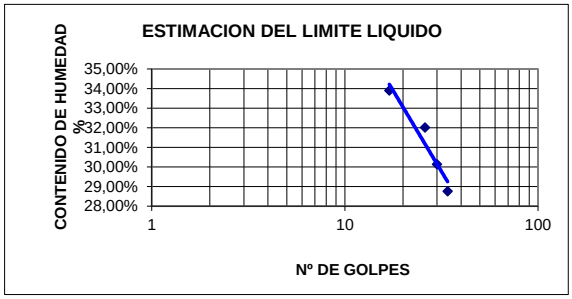
PRUEBA N°	CÁPSULA N°	PESO DE CÁPSULA gr.	P. CÁPSULA + SUELO HÚMEDO gr.	P. CÁPSULA + SUELO SECO gr.	PESO DEL AGUA gr.	PESO DEL SUELO SECO gr.	CONTENIDO DE AGUA (W) %
1	H4N11	4,89	24,17	23,02	1,15	18,13	6,34%
2	H4N12	5,18	34,70	33,19	1,51	28,01	5,39%
3	H4N13	4,98	26,92	25,76	1,16	20,78	5,58%
4	H4N14	5,02	28,60	27,32	1,27	22,31	5,71%
							6,00%

LÍMITE LÍQUIDO

PRUEBA N°	CÁPSULA N°	N° DE GOLPES	PESO DE CÁPSULA gr.	P. CÁPSULA + SUELO HÚMEDO gr.	P. CÁPSULA + SUELO SECO gr.	PESO DEL AGUA gr.	PESO DEL SUELO SECO gr.	CONTENIDO DE AGUA (W) %
1	L4L11	34	20,86	32,86	30,18	2,68	9,32	28,76%
2	L4L12	30	20,70	31,80	29,23	2,57	8,53	30,13%
3	L4L13	26	20,79	34,40	31,10	3,30	10,31	32,01%
4	L4L14	17	20,78	33,50	30,28	3,22	9,50	33,89%
								31,00%

LÍMITE PLÁSTICO

PRUEBA N°	CÁPSULA N°	PESO DE CÁPSULA gr.	P. CÁPSULA + SUELO HÚMEDO gr.	P. CÁPSULA + SUELO SECO gr.	PESO DEL AGUA gr.	PESO DEL SUELO SECO gr.	CONTENIDO DE AGUA (W) %
1	L4P11	14,47	19,14	18,40	0,74	3,93	18,83%
2	L4P12	14,56	19,39	18,61	0,78	4,05	19,26%
3	L4P13	14,81	19,42	18,69	0,73	3,88	18,81%
4	L4P14	14,51	18,48	17,84	0,64	3,33	19,22%
							19,00%



W =	6,00%
LL =	31,00%
LP =	19,00%
I_P =	12,00%
% PASA Nº4=	53,67%
% PASA Nº200=	31,92%
CLASIF. S.U.C.S:	GC
CLASIF.AASHTO:	A-2-6

OBSERVACIONES:

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

Consultorías Geotecnia y Ambiente S.A.S.

LIMITES DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL

V1

PROYECTO: MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS DE LA COMUNA 9
LOCALIZACIÓN: BARRIO MOCARI EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA
SOLICITANTE: MUNICIPIO DE MONTERIA

SONDEO Nº: 4
MUESTRA Nº: 2
PROFUNDIDAD: 1.50 - 2.00
FECHA: NOVIEMBRE DE 2021
CODIGO: 062100M-18

DESCRIPCIÓN:	**ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD**
	PARDO

HUMEDAD NATURAL

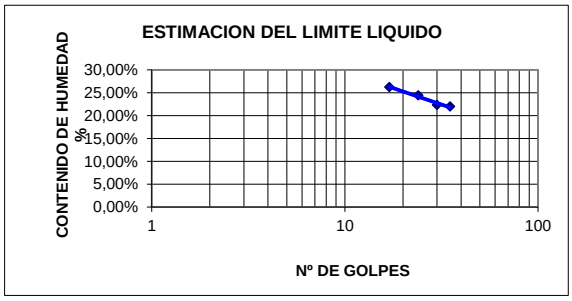
PRUEBA N°	CÁPSULA N°	PESO DE CÁPSULA gr.	P. CÁPSULA + SUELO HÚMEDO gr.	P. CÁPSULA + SUELO SECO gr.	PESO DEL AGUA gr.	PESO DEL SUELO SECO gr.	CONTENIDO DE AGUA (W) %
1	T3	4,49	25,67	22,97	2,70	18,48	14,61%
2	KF3	4,46	26,17	23,46	2,71	19,00	14,26%
3	M60	3,84	22,90	20,51	2,39	16,67	14,34%
4	H4N24	4,82	25,71	22,87	2,84	18,05	15,73%
							15,00%

LÍMITE LÍQUIDO

PRUEBA N°	CÁPSULA N°	N° DE GOLPES	PESO DE CÁPSULA gr.	P. CÁPSULA + SUELO HÚMEDO gr.	P. CÁPSULA + SUELO SECO gr.	PESO DEL AGUA gr.	PESO DEL SUELO SECO gr.	CONTENIDO DE AGUA (W) %
1	H16	35	13,90	25,16	23,13	2,03	9,23	21,99%
2	H3	30	13,66	24,84	22,80	2,04	9,14	22,32%
3	H8	24	14,06	28,02	25,28	2,74	11,22	24,42%
4	H33	17	14,08	26,98	24,30	2,68	10,22	26,22%
								24,00%

LÍMITE PLÁSTICO

PRUEBA N°	CÁPSULA N°	PESO DE CÁPSULA gr.	P. CÁPSULA + SUELO HÚMEDO gr.	P. CÁPSULA + SUELO SECO gr.	PESO DEL AGUA gr.	PESO DEL SUELO SECO gr.	CONTENIDO DE AGUA (W) %
1	H7	13,67	18,51	17,68	0,83	4,01	20,70%
2	H39	13,18	18,09	17,27	0,82	4,09	20,05%
3	H22	13,77	20,49	19,34	1,15	5,57	20,65%
4	T15	13,70	19,16	18,28	0,88	4,58	19,21%
							20,00%



W =	15,00%
LL =	24,00%
LP =	20,00%
I_p =	4,00%
% PASA Nº4=	100,00%
% PASA Nº200=	95,87%
CLASIF. S.U.C.S:	CL
CLASIF.AASHTO:	A-4

OBSERVACIONES:

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

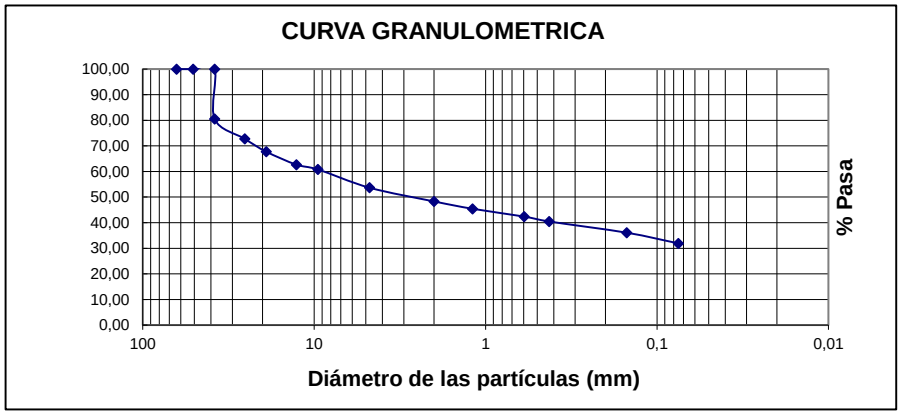
Consultorías Geotecnia y Ambiente S.A.S.	ANALISIS GRANULOMETRICO	V1

PROYECTO:	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS DE LA	**SONDEO Nº:**	4
LOCALIZACIÓN:	BARRIO MOCARI EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA	**MUESTRA Nº:**	1
SOLICITANTE:	MUNICIPIO DE MONTERIA	**PROFUNDIDAD:**	0.00 - 1.30
CODIGO:	062100M-18	**FECHA:**	NOVIEMBRE DE 2021

W rec:	25,61
W rec + m:	396,54
Peso Seco Inicial (grs) =	370,93

W ret Nº200+rec:	278,15
W ret Nº200:	252,54
SUMA PESOS RET:	252,54

Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. corregido (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum. (%)	Pasa (%)
2(1/2)"	63,5	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,8	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1(1/2)"	38,1	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,1	72,29	72,29	19,49	19,49	80,51
1"	25,4	28,74	28,74	7,75	27,24	72,76
(3/4)"	19,05	18,59	18,59	5,01	32,25	67,75
(1/2)"	12,7	18,86	18,86	5,08	37,33	62,67
(3/8)"	9,52	6,87	6,87	1,85	39,19	60,81
Nº4	4,75	26,52	26,52	7,15	46,33	53,67
Nº10	2,00	19,85	19,85	5,35	51,69	48,31
Nº16	1,19	10,71	10,71	2,89	54,57	45,43
Nº30	0,60	11,27	11,27	3,04	57,61	42,39
Nº40	0,43	7,13	7,13	1,92	59,53	40,47
N ° 100	0,15	16,26	16,26	4,38	63,92	36,08
N ° 200	0,08	15,45	15,45	4,17	68,08	31,92
Fondo	0,00	118,39	118,39	31,92	100,00	0,00
Total		370,93	370,93			



TAMIZ Nº4:	TAMIZ Nº200:	LL:	IP:	IG
53,67%	31,92%	31,00%	12,00%	0

Clasificación AASHTO:	**A-2-6**
Clasificación Sistema Unificado :	**GC**
MATERIAL DE RELLENO: GRAVA ARCILLO ARENOSA	

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

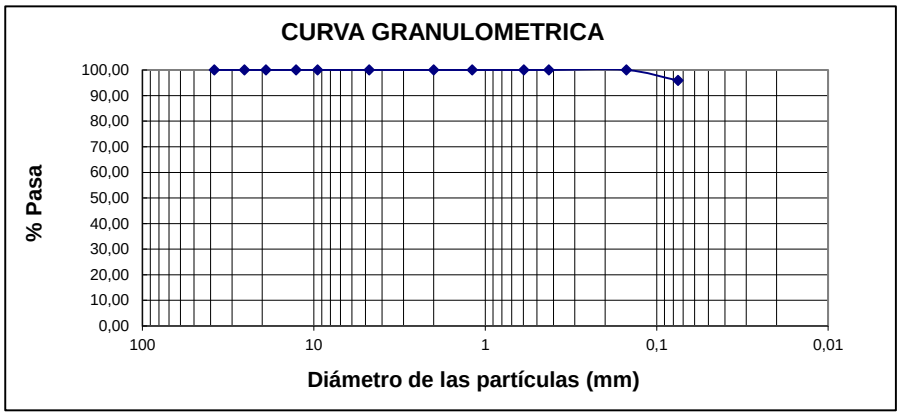
Consultorías Geotecnia y Ambiente S.A.S.	ANALISIS GRANULOMETRICO	V1

PROYECTO:	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS DE LA	**SONDEO Nº:**	4
LOCALIZACIÓN:	BARRIO MOCARI EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA	**MUESTRA Nº:**	2
SOLICITANTE:	MUNICIPIO DE MONTERIA	**PROFUNDIDAD:**	1.50 - 2.00
CODIGO:	062100M-18	**FECHA:**	NOVIEMBRE DE 2021

W rec:	22,84
W rec + m:	173,26
Peso Seco Inicial (grs) =	150,42

W ret Nº200+rec:	29,05
W ret Nº200:	6,21
SUMA PESOS RET:	6,21

Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. corregido (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum. (%)	Pasa (%)
1 1/2"	38,1	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,4	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(3/4)"	19,05	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(1/2)"	12,7	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(3/8)"	9,52	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº4	4,75	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº10	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº16	1,19	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº30	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº40	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
N ° 100	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
N ° 200	0,08	6,21	6,21	4,13	4,13	95,87
Fondo	0,00	144,21	144,21	95,87	100,00	0,00
Total		150,42	150,42			



TAMIZ Nº4:	TAMIZ Nº200:	LL:	IP:	IG
100,00%	95,87%	24,00%	4,00%	2

Clasificación AASHTO:	**A-4**
Clasificación Sistema Unificado :	**CL**
ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

LIMITES DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL

V1

Consultorías Geotecnia y Ambiente S.A.S.

PROYECTO:	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS DE LA COMUNA 9	**SONDEO Nº:**	5
LOCALIZACIÓN:	BARRIO MOCARI EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA	**MUESTRA Nº:**	1
SOLICITANTE:	MUNICIPIO DE MONTERIA	**PROFUNDIDAD:**	0.00 - 1.00
		FECHA:	NOVIEMBRE DE 2021
		CODIGO:	062100M-18

DESCRIPCIÓN:	**MATERIAL DE RELLENO: GRAVA PARDO**

HUMEDAD NATURAL

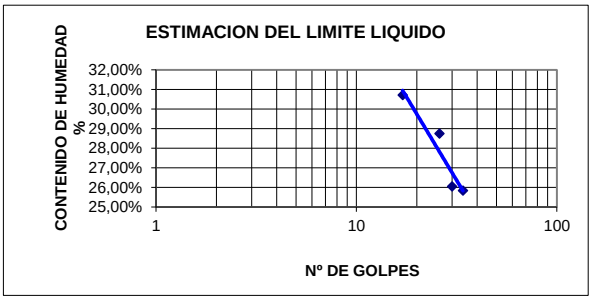
PRUEBA N°	CÁPSULA N°	PESO DE CÁPSULA gr.	P. CÁPSULA + SUELO HÚMEDO gr.	P. CÁPSULA + SUELO SECO gr.	PESO DEL AGUA gr.	PESO DEL SUELO SECO gr.	CONTENIDO DE AGUA (W) %
1	D51	3,81	23,35	21,80	1,55	17,99	8,62%
2	C3	4,14	25,71	23,82	1,89	19,68	9,60%
3	CT	3,91	23,31	21,78	1,53	17,87	8,56%
4	F4	3,95	24,12	22,47	1,66	18,51	8,95%
							9,00%

LÍMITE LÍQUIDO

PRUEBA N°	CÁPSULA N°	N° DE GOLPES	PESO DE CÁPSULA gr.	P. CÁPSULA + SUELO HÚMEDO gr.	P. CÁPSULA + SUELO SECO gr.	PESO DEL AGUA gr.	PESO DEL SUELO SECO gr.	CONTENIDO DE AGUA (W) %
1	VA16	34	13,60	24,90	22,58	2,32	8,98	25,84%
2	VA1	30	13,49	23,17	21,17	2,00	7,68	26,04%
3	VF2	26	13,88	24,36	22,02	2,34	8,14	28,75%
4	H41	17	13,32	25,45	22,60	2,85	9,28	30,71%
								28,00%

LÍMITE PLÁSTICO

PRUEBA N°	CÁPSULA N°	PESO DE CÁPSULA gr.	P. CÁPSULA + SUELO HÚMEDO gr.	P. CÁPSULA + SUELO SECO gr.	PESO DEL AGUA gr.	PESO DEL SUELO SECO gr.	CONTENIDO DE AGUA (W) %
1	H24	13,73	20,88	19,73	1,15	6,00	19,17%
2	Ñ23	26,59	32,05	31,16	0,89	4,57	19,47%
3	H11	14,10	19,32	18,46	0,86	4,36	19,72%
4	Ñ10	26,50	32,80	31,80	1,00	5,30	18,87%
							19,00%



W =	9,00%
LL =	28,00%
LP =	19,00%
I_P =	9,00%
% PASA Nº4=	41,33%
% PASA Nº200=	29,56%
CLASIF. S.U.C.S:	GC
CLASIF.AASHTO:	A-2-4

OBSERVACIONES:

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

Consultorías Geotecnia y Ambiente S.A.S.	**LIMITES DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL**	**V1**

PROYECTO: MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS DE LA COMUNA 9
LOCALIZACIÓN: BARRIO MOCARI EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA
SOLICITANTE: MUNICIPIO DE MONTERIA

SONDEO Nº: 5
MUESTRA Nº: 2
PROFUNDIDAD: 1.00 - 2.00
FECHA: NOVIEMBRE DE 2021
CODIGO: 062100M-18

DESCRIPCIÓN:	**LIMO DE MEDIANA PLASTICIDAD**
	PARDO

HUMEDAD NATURAL

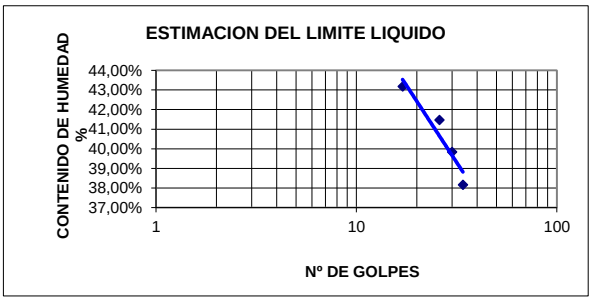
PRUEBA N°	CÁPSULA N°	PESO DE CÁPSULA gr.	P. CÁPSULA + SUELO HÚMEDO gr.	P. CÁPSULA + SUELO SECO gr.	PESO DEL AGUA gr.	PESO DEL SUELO SECO gr.	CONTENIDO DE AGUA (W) %
1	K44	4,60	21,02	17,99	3,03	13,39	22,63%
2	K11	4,60	19,86	17,08	2,78	12,48	22,28%
3	K750	4,33	17,86	15,47	2,39	11,14	21,45%
4	P30	3,72	18,76	15,45	3,31	11,73	28,18%
							22,00%

LÍMITE LÍQUIDO

PRUEBA N°	CÁPSULA N°	N° DE GOLPES	PESO DE CÁPSULA gr.	P. CÁPSULA + SUELO HÚMEDO gr.	P. CÁPSULA + SUELO SECO gr.	PESO DEL AGUA gr.	PESO DEL SUELO SECO gr.	CONTENIDO DE AGUA (W) %
1	F4	34	26,55	37,23	34,28	2,95	7,73	38,16%
2	F22	30	13,90	26,50	22,91	3,59	9,01	39,84%
3	N5	26	13,74	23,94	20,95	2,99	7,21	41,47%
4	VF19	17	27,93	38,64	35,41	3,23	7,48	43,18%
							41,00%

LÍMITE PLÁSTICO

PRUEBA N°	CÁPSULA N°	PESO DE CÁPSULA gr.	P. CÁPSULA + SUELO HÚMEDO gr.	P. CÁPSULA + SUELO SECO gr.	PESO DEL AGUA gr.	PESO DEL SUELO SECO gr.	CONTENIDO DE AGUA (W) %
1	H34	13,25	17,50	16,60	0,90	3,35	26,87%
2	VF5	13,99	18,84	17,86	0,98	3,87	25,32%
3	H43	13,73	18,31	17,37	0,94	3,64	25,82%
4	VF13	13,76	17,16	16,42	0,74	2,66	27,82%
							26,00%



W =	22,00%
LL =	41,00%
LP =	26,00%
I_P =	15,00%
% PASA Nº4=	100,00%
% PASA Nº200=	96,57%
CLASIF. S.U.C.S:	ML
CLASIF.AASHTO:	A-7-6

OBSERVACIONES:

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

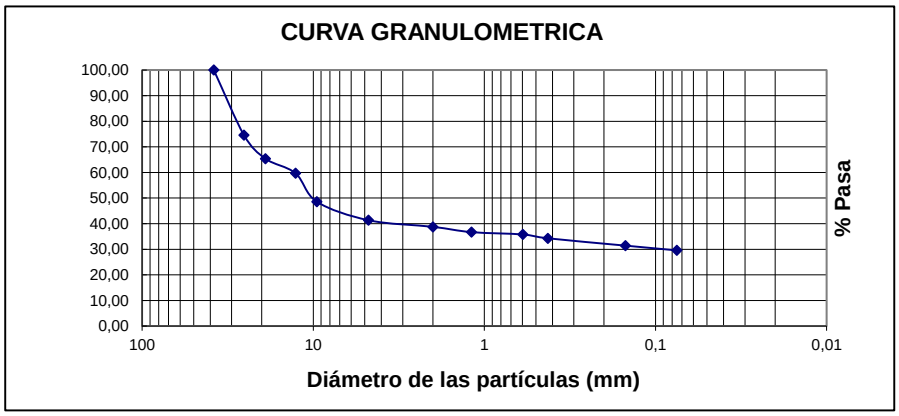
Consultorías Geotecnia y Ambiente S.A.S.	**ANALISIS GRANULOMETRICO**	**V1**

PROYECTO:	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS DE LA	**SONDEO Nº:**	5
LOCALIZACIÓN:	BARRIO MOCARI EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA	**MUESTRA Nº:**	1
SOLICITANTE:	MUNICIPIO DE MONTERIA	**PROFUNDIDAD:**	0.00 - 1.00
CODIGO:	062100M-18	**FECHA:**	NOVIEMBRE DE 2021

W rec:	31,88
W rec + m:	439,82
Peso Seco Inicial (grs) =	407,94

W ret Nº200+rec:	319,25
W ret Nº200:	287,37
SUMA PESOS RET:	287,37

Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. corregido (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum. (%)	Pasa (%)
1 1/2"	38,1	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,4	103,61	103,61	25,40	25,40	74,60
(3/4)"	19,05	37,50	37,50	9,19	34,59	65,41
(1/2)"	12,7	23,26	23,26	5,70	40,29	59,71
(3/8)"	9,52	45,50	45,50	11,15	51,45	48,55
Nº4	4,75	29,48	29,48	7,23	58,67	41,33
Nº10	2,00	10,45	10,45	2,56	61,23	38,77
Nº16	1,19	8,44	8,44	2,07	63,30	36,70
Nº30	0,60	3,77	3,77	0,92	64,23	35,77
Nº40	0,43	6,12	6,12	1,50	65,73	34,27
N ° 100	0,15	11,62	11,62	2,85	68,58	31,42
N ° 200	0,08	7,62	7,62	1,87	70,44	29,56
Fondo	0,00	120,57	120,57	29,56	100,00	0,00
Total		407,94	407,94			



TAMIZ Nº4:	TAMIZ Nº200:	LL:	IP:	IG
41,33%	**29,56%**	**28,00%**	**9,00%**	**0**

Clasificación AASHTO:	**A-2-4**
Clasificación Sistema Unificado :	**GC**
MATERIAL DE RELLENO: GRAVA ARCILLOSA	

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

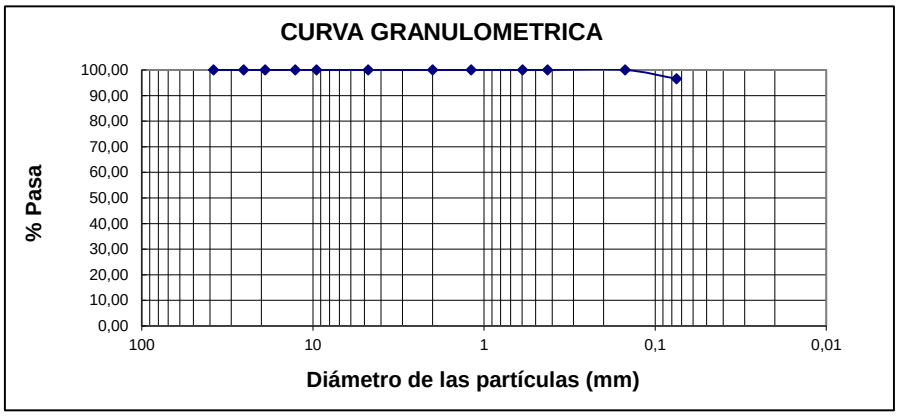
Consultorías Geotecnia y Ambiente S.A.S.	ANALISIS GRANULOMETRICO	V1

PROYECTO:	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS DE LA	**SONDEO Nº:**	5
LOCALIZACIÓN:	BARRIO MOCARI EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA	**MUESTRA Nº:**	2
SOLICITANTE:	MUNICIPIO DE MONTERIA	**PROFUNDIDAD:**	1.00 - 2.00
CODIGO:	062100M-18	**FECHA:**	NOVIEMBRE DE 2021

W rec:	21,86
W rec + m:	122,36
Peso Seco Inicial (grs) =	100,50

W ret Nº200+rec:	25,31
W ret Nº200:	3,45
SUMA PESOS RET:	3,45

Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. corregido (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum. (%)	Pasa (%)
1 1/2"	38,1	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,4	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(3/4)"	19,05	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(1/2)"	12,7	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(3/8)"	9,52	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº4	4,75	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº10	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº16	1,19	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº30	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº40	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
N ° 100	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
N ° 200	0,08	3,45	3,45	3,43	3,43	96,57
Fondo	0,00	97,05	97,05	96,57	100,00	0,00
Total		100,50	100,50			



TAMIZ Nº4:	TAMIZ Nº200:	LL:	IP:	IG
100,00%	96,57%	41,00%	15,00%	17

Clasificación AASHTO:	**A-7-6**
Clasificación Sistema Unificado :	**ML**
LIMO DE MEDIANA PLASTICIDAD	

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

Consultorías Geotecnia y Ambiente S.A.S.	**LIMITES DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL**	**V1**

PROYECTO:	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS DE LA COMUNA 9	**SONDEO Nº:**	6
LOCALIZACIÓN:	BARRIO MOCARI EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA	**MUESTRA Nº:**	1
SOLICITANTE:	MUNICIPIO DE MONTERIA	**PROFUNDIDAD:**	0.00 - 1.00
		FECHA:	NOVIEMBRE DE 2021
		CODIGO:	062100M-18

DESCRIPCIÓN:	**ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD**
	GRIS

HUMEDAD NATURAL

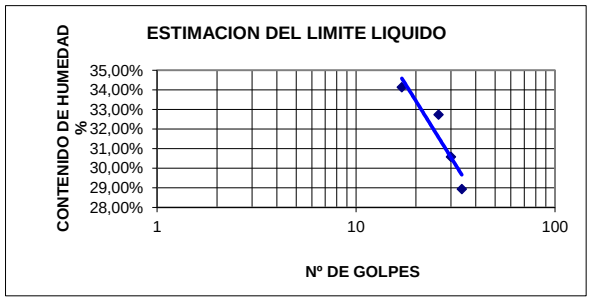
PRUEBA N°	CÁPSULA N°	PESO DE CÁPSULA gr.	P. CÁPSULA + SUELO HÚMEDO gr.	P. CÁPSULA + SUELO SECO gr.	PESO DEL AGUA gr.	PESO DEL SUELO SECO gr.	CONTENIDO DE AGUA (W) %
1	K77	4,53	21,80	17,82	3,98	13,29	29,95%
2	K81	4,48	24,37	19,86	4,51	15,38	29,32%
3	K69	4,58	19,78	16,28	3,50	11,70	29,91%
4	U67	4,53	21,98	17,99	4,00	13,46	29,70%
							30,00%

LÍMITE LÍQUIDO

PRUEBA N°	CÁPSULA N°	N° DE GOLPES	PESO DE CÁPSULA gr.	P. CÁPSULA + SUELO HÚMEDO gr.	P. CÁPSULA + SUELO SECO gr.	PESO DEL AGUA gr.	PESO DEL SUELO SECO gr.	CONTENIDO DE AGUA (W) %
1	M1	34	13,88	27,07	24,11	2,96	10,23	28,93%
2	H35	30	13,24	25,71	22,79	2,92	9,55	30,58%
3	H51	26	13,30	24,45	21,70	2,75	8,40	32,74%
4	H26	17	13,85	26,74	23,46	3,28	9,61	34,13%
								32,00%

LÍMITE PLÁSTICO

PRUEBA N°	CÁPSULA N°	PESO DE CÁPSULA gr.	P. CÁPSULA + SUELO HÚMEDO gr.	P. CÁPSULA + SUELO SECO gr.	PESO DEL AGUA gr.	PESO DEL SUELO SECO gr.	CONTENIDO DE AGUA (W) %
1	M13	13,80	19,16	18,16	1,00	4,36	22,94%
2	M15	13,82	18,70	17,76	0,94	3,94	23,86%
3	H56	13,71	19,45	18,40	1,05	4,69	22,39%
4	H58	13,60	17,76	17,06	0,70	3,46	20,23%
							22,00%



W =	30,00%
LL =	32,00%
LP =	22,00%
I_p =	10,00%
% PASA Nº4=	98,79%
% PASA Nº200=	92,24%
CLASIF. S.U.C.S:	CL
CLASIF.AASHTO:	A-4

OBSERVACIONES:

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

Consultorías Geotecnia y Ambiente S.A.S.

LIMITES DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL

V1

PROYECTO:	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS DE LA COMUNA 9	**SONDEO Nº:**	6
LOCALIZACIÓN:	BARRIO MOCARI EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA	**MUESTRA Nº:**	2
SOLICITANTE:	MUNICIPIO DE MONTERIA	**PROFUNDIDAD:**	1.00 - 2.00
		FECHA:	NOVIEMBRE DE 2021
		CODIGO:	062100M-18

DESCRIPCIÓN:	**ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD**
	PARDO

HUMEDAD NATURAL

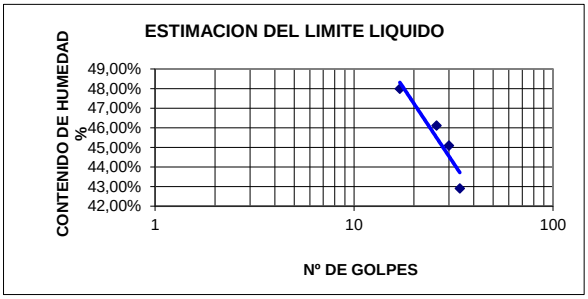
PRUEBA N°	CÁPSULA N°	PESO DE CÁPSULA gr.	P. CÁPSULA + SUELO HÚMEDO gr.	P. CÁPSULA + SUELO SECO gr.	PESO DEL AGUA gr.	PESO DEL SUELO SECO gr.	CONTENIDO DE AGUA (W) %
1	C35	3,75	21,57	17,18	4,39	13,43	32,69%
2	LC13	4,59	20,46	16,57	3,89	11,98	32,47%
3	K5	4,50	18,10	14,80	3,30	10,30	32,04%
4	Y93	4,28	20,04	16,18	3,86	11,90	32,43%
							32,00%

LÍMITE LÍQUIDO

PRUEBA N°	CÁPSULA N°	N° DE GOLPES	PESO DE CÁPSULA gr.	P. CÁPSULA + SUELO HÚMEDO gr.	P. CÁPSULA + SUELO SECO gr.	PESO DEL AGUA gr.	PESO DEL SUELO SECO gr.	CONTENIDO DE AGUA (W) %
1	F5	34	13,85	23,61	20,68	2,93	6,83	42,90%
2	F6	30	14,15	26,41	22,60	3,81	8,45	45,09%
3	E31	26	14,33	26,34	22,55	3,79	8,22	46,11%
4	Q24	17	14,15	25,50	21,82	3,68	7,67	47,98%
								46,00%

LÍMITE PLÁSTICO

PRUEBA N°	CÁPSULA N°	PESO DE CÁPSULA gr.	P. CÁPSULA + SUELO HÚMEDO gr.	P. CÁPSULA + SUELO SECO gr.	PESO DEL AGUA gr.	PESO DEL SUELO SECO gr.	CONTENIDO DE AGUA (W) %
1	Q24	14,72	20,23	19,13	1,10	4,41	24,94%
2	W14	28,84	33,63	32,72	0,91	3,88	23,45%
3	R13	27,55	32,78	31,78	1,00	4,23	23,64%
4	R6	27,54	33,22	32,13	1,09	4,59	23,75%
							24,00%



W =	32,00%
LL =	46,00%
LP =	24,00%
I_P =	22,00%
% PASA Nº4=	100,00%
% PASA Nº200=	96,89%
CLASIF. S.U.C.S:	CL
CLASIF.AASHTO:	A-7-6

OBSERVACIONES:

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

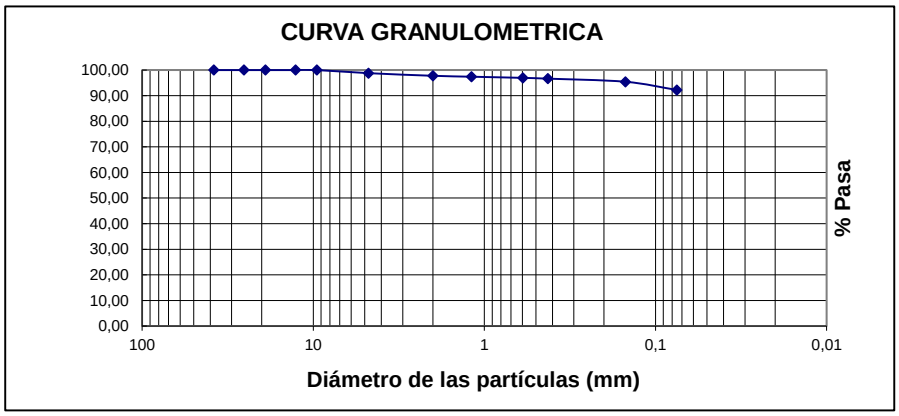
Consultorías Geotecnia y Ambiente S.A.S.	**ANALISIS GRANULOMETRICO**	**V1**

PROYECTO:	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS DE LA	**SONDEO Nº:**	6
LOCALIZACIÓN:	BARRIO MOCARI EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA	**MUESTRA Nº:**	1
SOLICITANTE:	MUNICIPIO DE MONTERIA	**PROFUNDIDAD:**	0.00 - 1.00
CODIGO:	062100M-18	**FECHA:**	NOVIEMBRE DE 2021

W rec:	21,91
W rec + m:	186,50
Peso Seco Inicial (grs) =	164,59

W ret Nº200+rec:	34,69
W ret Nº200:	12,78
SUMA PESOS RET:	12,78

Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. corregido (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum. (%)	Pasa (%)
1 1/2"	38,1	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,4	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(3/4)"	19,05	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(1/2)"	12,7	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(3/8)"	9,52	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº4	4,75	1,99	1,99	1,21	1,21	98,79
Nº10	2,00	1,69	1,69	1,03	2,24	97,76
Nº16	1,19	0,59	0,59	0,36	2,59	97,41
Nº30	0,60	0,75	0,75	0,46	3,05	96,95
Nº40	0,43	0,51	0,51	0,31	3,36	96,64
N ° 100	0,15	1,99	1,99	1,21	4,57	95,43
N ° 200	0,08	5,26	5,26	3,20	7,76	92,24
Fondo	0,00	151,81	151,81	92,24	100,00	0,00
Total		164,59	164,59			



TAMIZ Nº4:	TAMIZ Nº200:	LL:	IP:	IG
98,79%	**92,24%**	**32,00%**	**10,00%**	**9**

Clasificación AASHTO:	**A-4**
Clasificación Sistema Unificado :	**CL**
ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD	

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

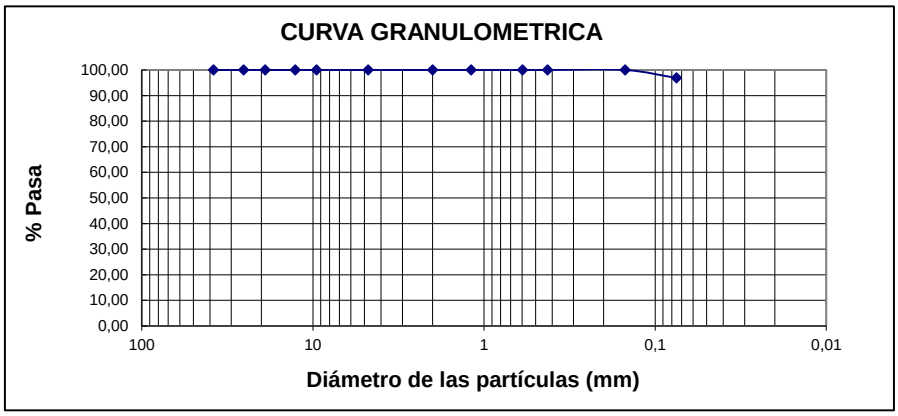
Consultorías Geotecnia y Ambiente S.A.S.	**ANALISIS GRANULOMETRICO**	**V1**

PROYECTO:	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS DE LA	**SONDEO Nº:**	6
LOCALIZACIÓN:	BARRIO MOCARI EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA	**MUESTRA Nº:**	2
SOLICITANTE:	MUNICIPIO DE MONTERIA	**PROFUNDIDAD:**	1.00 - 2.00
CODIGO:	062100M-18	**FECHA:**	NOVIEMBRE DE 2021

W rec:	33,68
W rec + m:	229,35
Peso Seco Inicial (grs) =	195,67

W ret Nº200+rec:	39,76
W ret Nº200:	6,08
SUMA PESOS RET:	6,08

Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. corregido (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum. (%)	Pasa (%)
1 1/2"	38,1	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,4	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(3/4)"	19,05	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(1/2)"	12,7	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(3/8)"	9,52	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº4	4,75	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº10	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº16	1,19	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº30	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº40	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
N ° 100	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
N ° 200	0,08	6,08	6,08	3,11	3,11	96,89
Fondo	0,00	189,59	189,59	96,89	100,00	0,00
Total		195,67	195,67			



TAMIZ Nº4:	TAMIZ Nº200:	LL:	IP:	IG
100,00%	96,89%	46,00%	22,00%	24

Clasificación AASHTO:	**A-7-6**
Clasificación Sistema Unificado :	**CL**
ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD	

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

Consultorías Geotecnia y Ambiente S.A.S.	**LIMITES DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL**	**V1**

PROYECTO:	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS DE LA COMUNA 9	**SONDEO Nº:**	7
LOCALIZACIÓN:	BARRIO MOCARI EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA	**MUESTRA Nº:**	1
SOLICITANTE:	MUNICIPIO DE MONTERIA	**PROFUNDIDAD:**	0.10 - 1.30
		FECHA:	NOVIEMBRE DE 2021
		CODIGO:	062100M-18

DESCRIPCIÓN:	**MATERIAL DE RELLENO: GRAVA**
	PARDO

HUMEDAD NATURAL

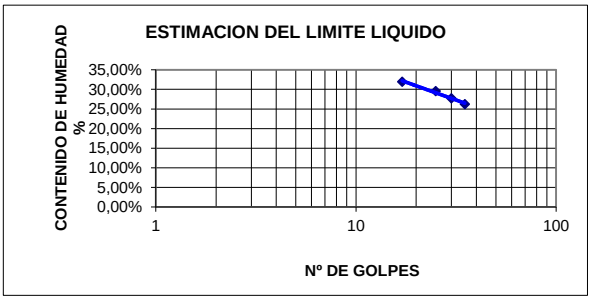
PRUEBA N°	CÁPSULA N°	PESO DE CÁPSULA gr.	P. CÁPSULA + SUELO HÚMEDO gr.	P. CÁPSULA + SUELO SECO gr.	PESO DEL AGUA gr.	PESO DEL SUELO SECO gr.	CONTENIDO DE AGUA (W) %
1	C100	3,70	22,13	20,31	1,82	16,61	10,96%
2	C54	4,16	15,90	14,86	1,04	10,70	9,72%
3	C122	3,76	18,10	16,86	1,24	13,10	9,47%
4	U67	3,87	18,71	17,34	1,37	13,47	10,15%
							10,00%

LÍMITE LÍQUIDO

PRUEBA N°	CÁPSULA N°	N° DE GOLPES	PESO DE CÁPSULA gr.	P. CÁPSULA + SUELO HÚMEDO gr.	P. CÁPSULA + SUELO SECO gr.	PESO DEL AGUA gr.	PESO DEL SUELO SECO gr.	CONTENIDO DE AGUA (W) %
1	Q2	35	13,95	25,63	23,20	2,43	9,25	26,22%
2	Q3	30	13,84	24,00	21,79	2,21	7,95	27,75%
3	Q4	25	14,23	25,13	22,64	2,49	8,41	29,56%
4	Q5	17	13,67	26,28	23,22	3,06	9,55	32,00%
								29,00%

LÍMITE PLÁSTICO

PRUEBA N°	CÁPSULA N°	PESO DE CÁPSULA gr.	P. CÁPSULA + SUELO HÚMEDO gr.	P. CÁPSULA + SUELO SECO gr.	PESO DEL AGUA gr.	PESO DEL SUELO SECO gr.	CONTENIDO DE AGUA (W) %
1	J0	14,75	22,07	20,83	1,24	6,08	20,42%
2	J1	27,61	33,24	32,26	0,98	4,65	21,10%
3	J2	15,12	20,51	19,56	0,95	4,44	21,43%
4	J3	27,52	33,99	32,90	1,09	5,38	20,28%
							21,00%



W =	10,00%
LL =	29,00%
LP =	21,00%
I_P =	8,00%
% PASA Nº4=	39,63%
% PASA Nº200=	28,22%
CLASIF. S.U.C.S:	GC
CLASIF.AASHTO:	A-2-4

OBSERVACIONES:

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

LIMITES DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL

V1

Consultorías Geotecnia y Ambiente S.A.S.

PROYECTO:	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS DE LA COMUNA 9	**SONDEO Nº:**	7
LOCALIZACIÓN:	BARRIO MOCARI EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA	**MUESTRA Nº:**	2
SOLICITANTE:	MUNICIPIO DE MONTERIA	**PROFUNDIDAD:**	1.30 - 2.00
		FECHA:	NOVIEMBRE DE 2021
		CODIGO:	062100M-18

DESCRIPCIÓN:	**LIMO ARENOSO NO PLASTICO**
	PARDO

HUMEDAD NATURAL

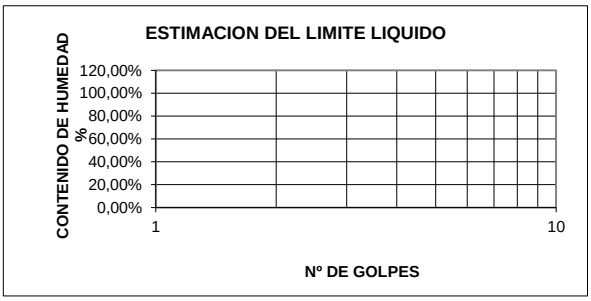
PRUEBA N°	CÁPSULA N°	PESO DE CÁPSULA gr.	P. CÁPSULA + SUELO HÚMEDO gr.	P. CÁPSULA + SUELO SECO gr.	PESO DEL AGUA gr.	PESO DEL SUELO SECO gr.	CONTENIDO DE AGUA (W) %
1	V12	3,76	17,20	14,53	2,67	10,77	24,79%
2	C126	3,70	16,50	14,00	2,50	10,30	24,27%
3	C53	4,16	15,61	13,48	2,13	9,32	22,85%
4	J34	3,87	16,44	14,00	2,43	10,13	24,02%
							24,00%

LÍMITE LÍQUIDO

PRUEBA N°	CÁPSULA N°	N° DE GOLPES	PESO DE CÁPSULA gr.	P. CÁPSULA + SUELO HÚMEDO gr.	P. CÁPSULA + SUELO SECO gr.	PESO DEL AGUA gr.	PESO DEL SUELO SECO gr.	CONTENIDO DE AGUA (W) %
1								
2								
3								
4								
								NL

LÍMITE PLÁSTICO

PRUEBA N°	CÁPSULA N°	PESO DE CÁPSULA gr.	P. CÁPSULA + SUELO HÚMEDO gr.	P. CÁPSULA + SUELO SECO gr.	PESO DEL AGUA gr.	PESO DEL SUELO SECO gr.	CONTENIDO DE AGUA (W) %
1							
2							
3							
4							
							NP



W =	24,00%
LL =	NL
LP =	NP
I_P =	NP
% PASA Nº4=	100,00%
% PASA Nº200=	85,17%
CLASIF. S.U.C.S:	ML
CLASIF.AASHTO:	A-4

OBSERVACIONES:

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

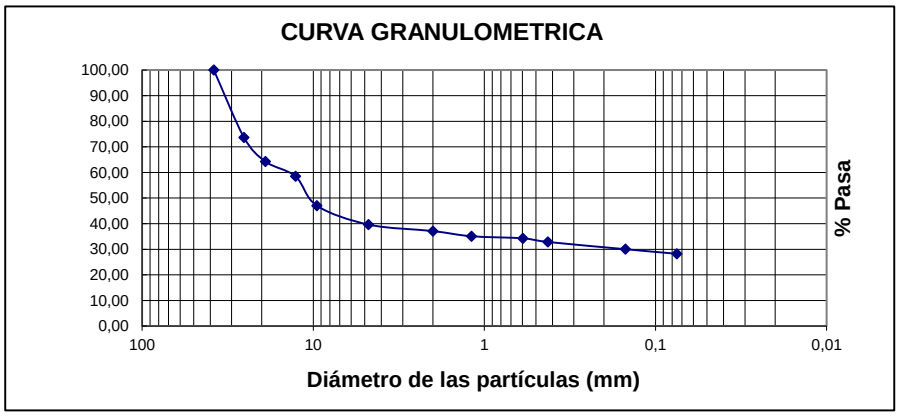
Consultorías Geotecnia y Ambiente S.A.S.	**ANALISIS GRANULOMETRICO**	**V1**

PROYECTO:	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS DE LA	**SONDEO Nº:**	7
LOCALIZACIÓN:	BARRIO MOCARI EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA	**MUESTRA Nº:**	1
SOLICITANTE:	MUNICIPIO DE MONTERIA	**PROFUNDIDAD:**	0.10 - 1.30
CODIGO:	062100M-18	**FECHA:**	NOVIEMBRE DE 2021

W rec:	32,43
W rec + m:	424,35
Peso Seco Inicial (grs) =	391,92

W ret Nº200+rec:	313,75
W ret Nº200:	281,32
SUMA PESOS RET:	281,32

Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. corregido (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum. (%)	Pasa (%)
1 1/2"	38,1	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,4	103,06	103,06	26,30	26,30	73,70
(3/4)"	19,05	36,95	36,95	9,43	35,72	64,28
(1/2)"	12,7	22,71	22,71	5,79	41,52	58,48
(3/8)"	9,52	44,95	44,95	11,47	52,99	47,01
Nº4	4,75	28,93	28,93	7,38	60,37	39,63
Nº10	2,00	9,90	9,90	2,53	62,90	37,10
Nº16	1,19	7,89	7,89	2,01	64,91	35,09
Nº30	0,60	3,22	3,22	0,82	65,73	34,27
Nº40	0,43	5,57	5,57	1,42	67,15	32,85
N ° 100	0,15	11,07	11,07	2,82	69,98	30,02
N ° 200	0,08	7,07	7,07	1,80	71,78	28,22
Fondo	0,00	110,60	110,60	28,22	100,00	0,00
Total		391,92	391,92			



TAMIZ Nº4:	TAMIZ Nº200:	LL:	IP:	IG
39,63%	**28,22%**	**29,00%**	**8,00%**	**0**

Clasificación AASHTO:	**A-2-4**
Clasificación Sistema Unificado :	**GC**
MATERIAL DE RELLENO: GRAVA ARCILLOSA	

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

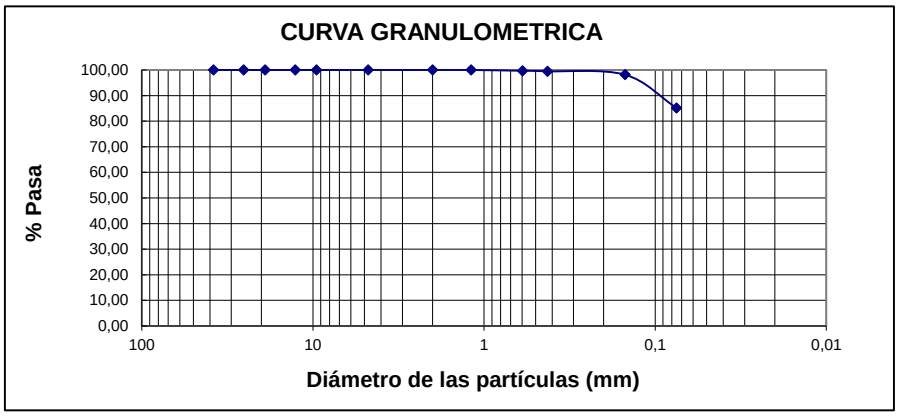
Consultorías Geotecnia y Ambiente S.A.S.	**ANALISIS GRANULOMETRICO**	**V1**

PROYECTO:	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS DE LA	**SONDEO Nº:**	7
LOCALIZACIÓN:	BARRIO MOCARI EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA	**MUESTRA Nº:**	2
SOLICITANTE:	MUNICIPIO DE MONTERIA	**PROFUNDIDAD:**	1.30 - 2.00
CODIGO:	062100M-18	**FECHA:**	NOVIEMBRE DE 2021

W rec:	21,38
W rec + m:	278,37
Peso Seco Inicial (grs) =	256,99

W ret Nº200+rec:	59,48
W ret Nº200:	38,10
SUMA PESOS RET:	38,10

Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. corregido (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum. (%)	Pasa (%)
1 1/2"	38,1	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,4	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(3/4)"	19,05	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(1/2)"	12,7	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(3/8)"	9,52	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº4	4,75	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº10	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº16	1,19	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº30	0,60	0,80	0,80	0,31	0,31	99,69
Nº40	0,43	0,52	0,52	0,20	0,51	99,49
N ° 100	0,15	3,39	3,39	1,32	1,83	98,17
N ° 200	0,08	33,39	33,39	12,99	14,83	85,17
Fondo	0,00	218,89	218,89	85,17	100,00	0,00
Total		256,99	256,99			



TAMIZ Nº4:	TAMIZ Nº200:	LL:	IP:	IG
100,00%	**85,17%**	**NL**	**NP**	**0**

Clasificación AASHTO:	**A-4**
Clasificación Sistema Unificado :	**ML**
LIMO ARENOSO NO PLASTICO	

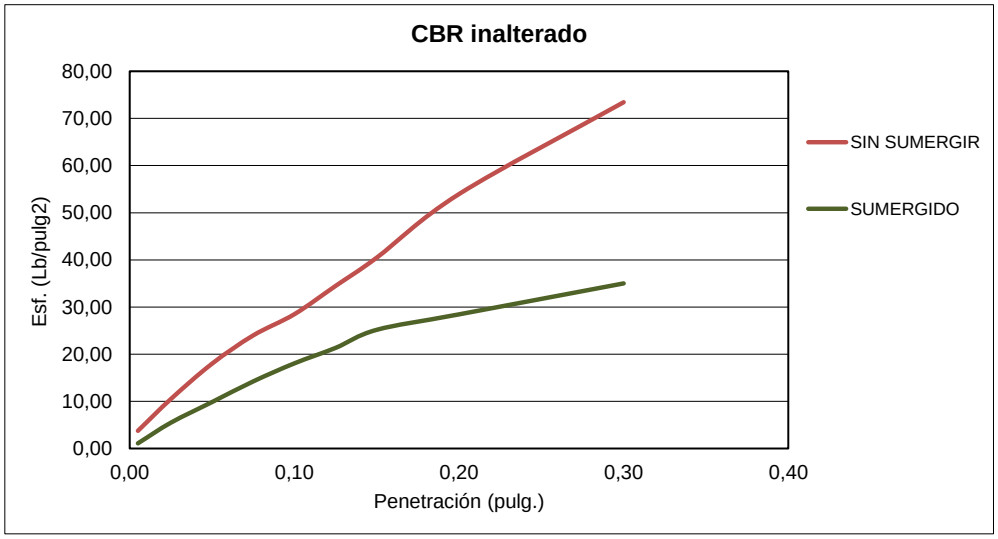
Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

C.B.R. INALTERADO

V1

NOMBRE DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS DE LA COMUNA 9
LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO: BARRIO MOCARI EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA
FECHA: NOVIEMBRE DE 2021
CONTRATISTA: MUNICIPIO DE MONTERIA

Molde Nº	CBR 1		CBR 1	
	SIN SUMERGIR		SUMERGIDO	
Penetración (pulg.)	Lect. Dial (KN)	Esf. (Lb/pulg^2)	Lect. Dial (KN)	Esf. (Lb/pulg^2)
0,005	0,05	3,75	0,01	1,09
0,025	0,14	10,49	0,07	5,47
0,050	0,24	17,98	0,13	9,85
0,075	0,32	23,98	0,19	14,22
0,100	0,38	28,47	0,24	18,05
0,125	0,46	34,47	0,28	21,33
0,150	0,54	40,46	0,34	25,16
0,200	0,72	53,95	0,38	28,44
0,300	0,98	73,43	0,47	35,01
0,400				
0,500				
CBR CORR 0.1"	2,85%		1,81%	
CBR CORR 0.2"	**3,60%**		**1,90%**	



Nº CBR	LECTURA INICIAL L1 (mm)	LECTURA FINAL L2 (mm)	% DE EXPANSIÓN	Clasificación
1	5,080	6,045	0,83	Suelo no expansivo

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

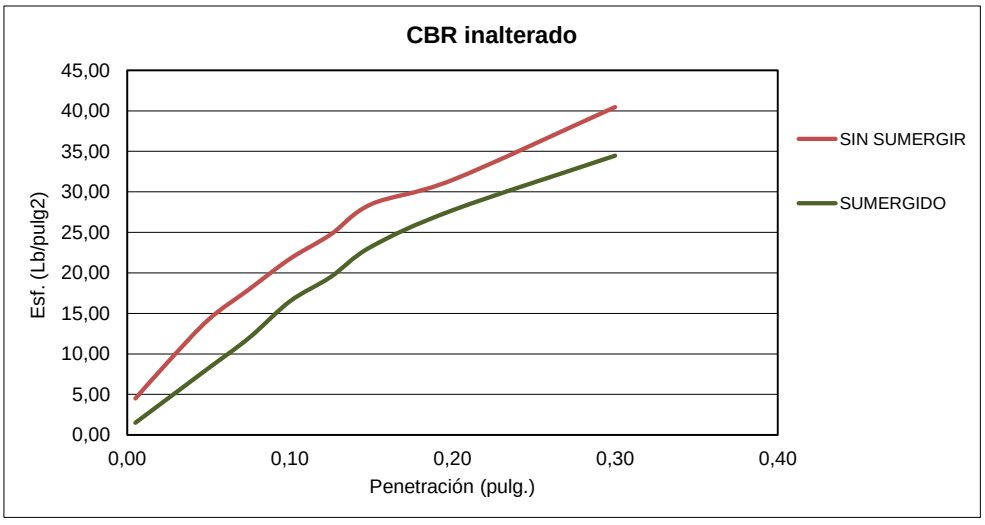
Ing. de calidad PABLO CASTILLA NEGRETE
M.P. 1320251172BLV

C.B.R. INALTERADO

V1

NOMBRE DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS DE LA COMUNA 9
LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO: BARRIO MOCARI EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA
FECHA: NOVIEMBRE DE 2021
CONTRATISTA: MUNICIPIO DE MONTERIA
OBSERVACION: PRESENTA MATERIA ORGANICA Y RAICES, TAMBIEN PRESENTA OLOR FETIDO

Molde Nº	CBR 4		CBR 4	
	SIN SUMERGIR		SUMERGIDO	
Penetración (pulg.)	Lect. Dial (KN)	Esf. (Lb/pulg^2)	Lect. Dial (KN)	Esf. (Lb/pulg^2)
0,005	0,06	4,50	0,02	1,50
0,025	0,12	8,99	0,06	4,50
0,050	0,19	14,24	0,11	8,24
0,075	0,24	17,98	0,16	11,99
0,100	0,29	21,73	0,22	16,49
0,125	0,33	24,73	0,26	19,48
0,150	0,38	28,47	0,31	23,23
0,200	0,42	31,47	0,37	27,73
0,300	0,54	40,46	0,46	34,47
0,400				
0,500				
CBR CORR 0.1"	2,17%		1,65%	
CBR CORR 0.2"	**2,10%**		**1,85%**	



Nº CBR	LECTURA INICIAL L1 (mm)	LECTURA FINAL L2 (mm)	% DE EXPANSIÓN	Clasificación
4	5,080	5,842	0,65	Suelo no expansivo

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

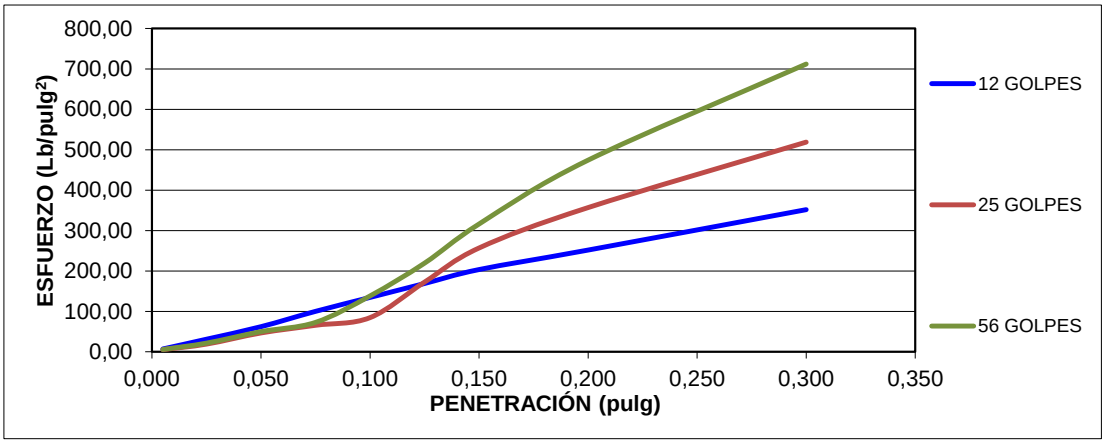
Ing. de calidad PABLO CASTILLA NEGRETE
M.P. 1320251172BLV

Consultorías Geotecnia y Ambiente S.A.S.	**C.B.R. DE LABORATORIO**	**V3**
FECHA DE EMISIÓN:	**PROCESO: GESTIÓN DE MATERIALES**	
19 DE AGOSTO DE 2020		

NOMBRE DEL PROYECTO:	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS DE LA COMUNA 9
LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO:	CBR 2 Y 3, BARRIO MOCARI EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA
FECHA:	NOVIEMBRE DE 2021
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERIA
DESCRIPCION:	GRAVA ARENO ARCILLOSA

SIN SUMERGIR

Molde Nº	**1**		**2**		**3**	
Nº de golpes	**12 GOLPES**		**25 GOLPES**		**56 GOLPES**	
Penetración (pulg.)	**Lect. Dial (KN)**	**Esf. (Lb/pulg^2)**	**Lect. Dial (KN)**	**Esf. (Lb/pulg^2)**	**Lect. Dial (KN)**	**Esf. (Lb/pulg^2)**
0,005	0,09	6,89	0,07	5,17	0,08	5,69
0,025	0,41	31,02	0,25	18,96	0,29	21,36
0,050	0,83	62,04	0,62	46,53	0,67	49,83
0,075	1,33	99,96	0,87	65,49	0,97	72,61
0,100	1,79	134,43	1,13	84,45	1,84	138,10
0,125	2,25	168,90	2,30	172,35	2,93	219,25
0,150	2,71	203,37	3,43	256,80	4,22	316,07
0,200	3,36	251,63	4,76	356,76	6,33	474,10
0,300	4,69	351,59	6,92	518,76	9,50	711,87
0,400						
0,500						
CBR CORR 0.1"	13,44%		8,44%		13,81%	
CBR CORR 0.2"	**16,78%**		**23,78%**		**31,61%**	



Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

Ing. de calidad PABLO CASTILLA NEGRETE
M.P. 1320251172BLV

E-Mail: Consultoriasgeotecniayambiente@gmail.com **Teléfono-Celular: 781 6379 - 300 018 1960**
Calle 27 # 6-12 Centro de Monteria, Cordoba

PROHIBIDA LA REPRODUCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACION DE ESTE LABORATORIO

Consultorías Geotecnia y Ambiente SAS	C.B.R. DE LABORATORIO	V3
FECHA DE EMISIÓN: 19 DE AGOSTO DE 2020	**PROCESO: GESTIÓN DE MATERIALES**	

N° golpes	12	25	56
DENSIDAD HUMEDA (g/cm3)			
Peso Molde (g)	6000	6000	6000
Diámetro Molde (cm)	15,1	15,1	15,1
Altura Molde (cm)	11,6	11,6	11,6
Volumen Molde (cm^3)	2077,31	2077,31	2077,31
Peso Molde + Muestra Compactada (g)	10450	10540	10690
Peso Muestra Compactada (gr)	4450	4540	4690
Densidad Húmeda (gr/cm^3)	2,14	2,19	2,26
% DE HUMEDAD			
Nº Recipiente	1	2	3
Peso Recipiente (gr)	115,0	115,0	150,0
Peso Recipiente + Suelo Húmedo (gr)	248,0	245,0	275,0
Peso Recipiente + Suelo Seco (gr)	233,0	231	260,0
Humedad (%)	**12,7**	**12,07**	**13,64**
Densidad Seca (gr/cm3)			
Densidad Seca (gr/cm^3)	**1,90**	**1,95**	**1,99**

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

Ing. de calidad PABLO CASTILLA NEGRETE
M.P. 1320251172BLV

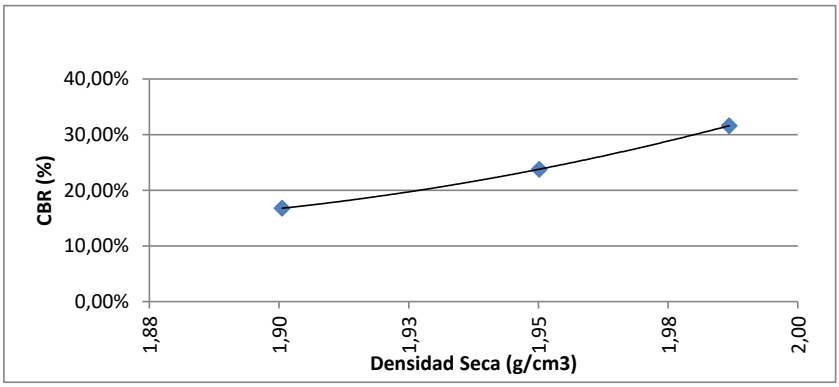
E-Mail: Consultoriasgeotecniayambiente@gmail.com Teléfono-Celular: 781 6379 - 300 018 1960
Calle 27 # 6-12 Centro de Monteria, Cordoba

PROHIBIDA LA REPRODUCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACION DE ESTE LABORATORIO

Consultorías Geotecnia y Ambiente S.A.S.	C.B.R. DE LABORATORIO	V3
FECHA DE EMISIÓN: 19 DE AGOSTO DE 2020	PROCESO: GESTIÓN DE MATERIALES	

Gráfica Densidad seca vs CBR

% CBR SUMERGIDO	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
16,78%	1,90
23,78%	1,95
31,61%	1,99



DENSIDAD SECA (gr/cm3) max	1,99
95% DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1,89
VALOR DE CBR AL 100% DEL PROCTOR MODIFICADO	31,63%
VALOR DE CBR AL 95% DEL PROCTOR MODIFICADO	**15,63%**

OBSERVACIONES:

El material cumple con el valor de CBR estipulado en la tabla 320 - 2 del Artículo 320 del INVIAS - 13, para subbase tipa C y B.

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

Ing. de calidad PABLO CASTILLA NEGRETE
M.P. 1320251172BLV

E-Mail: Consultoriasgeotecniayambiente@gmail.com Teléfono-Celular: 781 6379 - 300 018 1960
Calle 27 # 6-12 Centro de Monteria, Cordoba

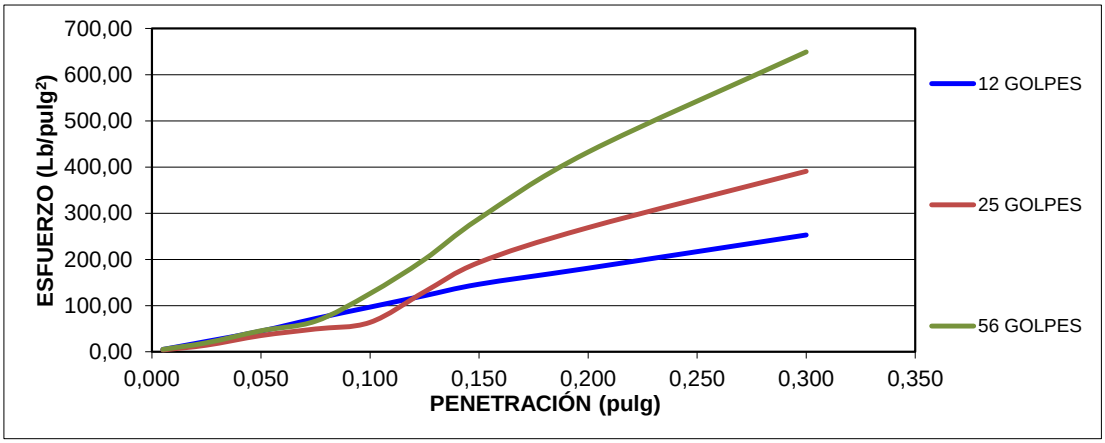
PROHIBIDA LA REPRODUCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACION DE ESTE LABORATORIO

Consultorías Geotecnia y Ambiente S.A.S.	**C.B.R. DE LABORATORIO**	**V3**
FECHA DE EMISIÓN:	**PROCESO: GESTIÓN DE MATERIALES**	
19 DE AGOSTO DE 2020		

NOMBRE DEL PROYECTO:	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS DE LA COMUNA 9
LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO:	BARRIO MOCARI EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA
FECHA:	NOVIEMBRE DE 2021
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERIA
DESCRIPCION:	GRAVA ARCILLOSA

SIN SUMERGIR

Molde Nº	**1**		**2**		**3**	
Nº de golpes	**12 GOLPES**		**25 GOLPES**		**56 GOLPES**	
Penetración (pulg.)	**Lect. Dial (KN)**	**Esf. (Lb/pulg^2)**	**Lect. Dial (KN)**	**Esf. (Lb/pulg^2)**	**Lect. Dial (KN)**	**Esf. (Lb/pulg^2)**
0,005	0,07	4,96	0,05	3,89	0,07	5,19
0,025	0,30	22,31	0,19	14,28	0,26	19,47
0,050	0,60	44,61	0,47	35,05	0,61	45,44
0,075	0,96	71,87	0,66	49,33	0,88	66,21
0,100	1,29	96,66	0,85	63,61	1,68	125,93
0,125	1,62	121,44	1,73	129,82	2,67	199,93
0,150	1,95	146,23	2,58	193,43	3,85	288,20
0,200	2,41	180,92	3,59	268,73	5,77	432,31
0,300	3,37	252,80	5,21	390,76	8,66	649,11
0,400						
0,500						
CBR CORR 0.1"	9,67%		6,36%		12,59%	
CBR CORR 0.2"	**12,06%**		**17,92%**		**28,82%**	



Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

Ing. de calidad PABLO CASTILLA NEGRETE
M.P. 1320251172BLV

E-Mail: Consultoriasgeotecniayambiente@gmail.com **Teléfono-Celular: 781 6379 - 300 018 1960**
Calle 27 # 6-12 Centro de Monteria, Cordoba

PROHIBIDA LA REPRODUCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACION DE ESTE LABORATORIO

Consultorías Geotecnia y Ambiente SAS	C.B.R. DE LABORATORIO	V3
FECHA DE EMISIÓN: 19 DE AGOSTO DE 2020	**PROCESO: GESTIÓN DE MATERIALES**	

N° golpes	12	25	56
DENSIDAD HUMEDA (g/cm3)			
Peso Molde (g)	6000	6000	6000
Diámetro Molde (cm)	15,1	15,1	15,1
Altura Molde (cm)	11,6	11,6	11,6
Volumen Molde (cm^3)	2077,31	2077,31	2077,31
Peso Molde + Muestra Compactada (g)	10310	10380	10585
Peso Muestra Compactada (gr)	4310	4380	4585
Densidad Húmeda (gr/cm^3)	2,07	2,11	2,21
% DE HUMEDAD			
Nº Recipiente	1	2	3
Peso Recipiente (gr)	115,0	115,0	150,0
Peso Recipiente + Suelo Húmedo (gr)	249,0	244,0	276,0
Peso Recipiente + Suelo Seco (gr)	232,0	230	260,0
Humedad (%)	**14,5**	**12,17**	**14,55**
Densidad Seca (gr/cm3)			
Densidad Seca (gr/cm^3)	**1,81**	**1,88**	**1,93**

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

Ing. de calidad PABLO CASTILLA NEGRETE
M.P. 1320251172BLV

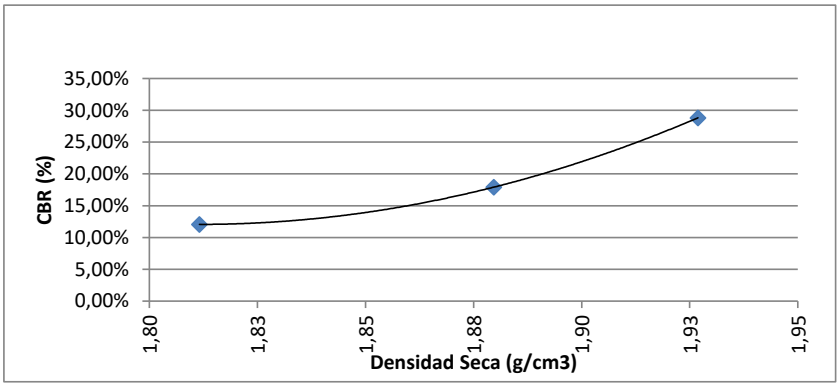
E-Mail: Consultoriasgeotecniayambiente@gmail.com Teléfono-Celular: 781 6379 - 300 018 1960
Calle 27 # 6-12 Centro de Monteria, Cordoba

PROHIBIDA LA REPRODUCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACION DE ESTE LABORATORIO

Consultorías Geotecnia y Ambiente S.A.S.	C.B.R. DE LABORATORIO	V3
FECHA DE EMISIÓN: 19 DE AGOSTO DE 2020	PROCESO: GESTIÓN DE MATERIALES	

Gráfica Densidad seca vs CBR

% CBR	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
12,06%	1,81
17,92%	1,88
28,82%	1,93



DENSIDAD SECA (gr/cm3) max	1,93
95% DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1,83
VALOR DE CBR AL 100% DEL PROCTOR MODIFICADO	28,87%
VALOR DE CBR AL 95% DEL PROCTOR MODIFICADO	**12,57%**

OBSERVACIONES:

El material cumple con el valor de CBR estipulado en la tabla 320 - 2 del Artículo 320 del INVIAS - 13, para subbase tipa C y B.

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

Ing. de calidad PABLO CASTILLA NEGRETE
M.P. 1320251172BLV

E-Mail: Consultoriasgeotecniayambiente@gmail.com **Teléfono-Celular: 781 6379 - 300 018 1960**
Calle 27 # 6-12 Centro de Monteria, Cordoba

PROHIBIDA LA REPRODUCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACION DE ESTE LABORATORIO

ANEXO 3.
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
(EN CD)

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ACREDITADO ONAC
ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

F-23932-001 R0

Calibration Certificate - Laboratory of Force

Equipo *Instrument*	MÁQUINA DIGITAL DOBLE RANGO PARA ENSAYOS DE CONCRETO
Fabricante *Manufacturer*	PINZUAR S.A.S.
Modelo *Model*	PC - 42D
Número de Serie *Serial Number*	179
Identificación Interna *Internal Identification*	No Presenta
Capacidad Máxima *Maximum Capacity*	200 kN
Solicitante *Customer*	CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S.
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 -12
Ciudad *City*	Montería - Córdoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2021 – 09 – 17
Fecha de Emisión *Date of issue*	2021 – 09 – 28
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos *Number of pages of the certificate and documents attached*	05

Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

DATOS TÉCNICOS

Máquina de Ensayo Bajo Calibración		Instrumento(s) de Referencia	
Clase	1,0		
Dirección de Carga	Compresión	**Instrumento**	Transductor de Fuerza de 200 kN
Tipo de Indicación	Digital	**Modelo**	C2F-S20
División de Escala	0,1 kN	**Clase**	2,0
Resolución	0,1 kN	**Número de Serie**	N03458
Intervalo de Medición Calibrado	Del 20 % al 100 % de la carga máxima.	**Certificado de Calibración**	5196 del INM
Límite Inferior de la Escala	20 kN	**Próxima Calibración**	2023-07-08

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que:

Tabla 1.
Indicaciones como se entrega la máquina

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					
		S_1	S_2	S_2'	S_3	S_4	Promedio
		Ascendente	Ascedente	No Aplica	Ascendente	No Aplica	$S_{1,\,2\,y\,3}$
%	kN	kN	kN	----	kN	----	kN
20	**40,0**	40,625	40,510	----	40,605	----	40,580
30	**60,0**	60,458	60,552	----	60,487	----	60,499
40	**80,0**	80,765	80,777	----	80,755	----	80,766
50	**100,0**	100,83	100,95	----	100,68	----	100,82
60	**120,0**	120,95	121,08	----	120,65	----	120,89
70	**140,0**	140,63	140,74	----	140,34	----	140,57
80	**160,0**	160,33	160,41	----	160,01	----	160,25
90	**180,0**	179,95	180,09	----	179,67	----	179,90
100	**200,0**	199,70	199,67	----	199,86	----	199,74

LM-PC-05-F-01 R12.3

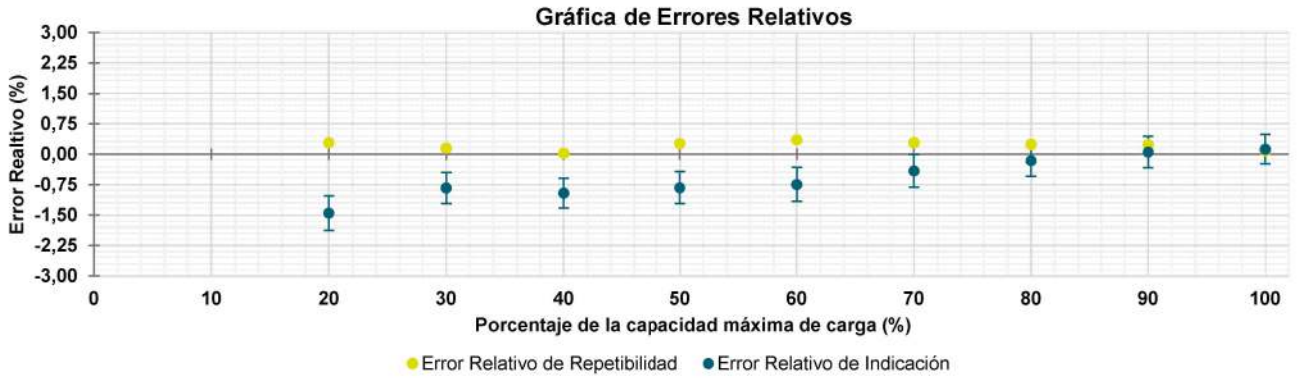
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación…

Tabla 2.
Error realitivo de cero, f_0, calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,S1}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S2'}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S4}$ %
0,100	0,150	----	0,250	----

Tabla 3.
Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC		Errores Relativos			Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida		$k_{p \approx 95\ \%}$
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad				
		q	*b*	*v*	*a*	*U*		
%	kN	%	%	%	%	kN	%	-----
20	40,000	-1,45	0,29	----	0,250	0,17	0,43	2,01
30	60,000	-0,83	0,16	----	0,167	0,23	0,38	2,01
40	80,000	-0,96	0,03	----	0,125	0,29	0,37	2,01
50	100,00	-0,82	0,27	----	0,100	0,39	0,39	2,01
60	120,00	-0,74	0,36	----	0,083	0,50	0,42	2,01
70	140,00	-0,41	0,29	----	0,071	0,56	0,40	2,01
80	160,00	-0,16	0,25	----	0,063	0,63	0,39	2,01
90	180,00	0,05	0,24	----	0,056	0,70	0,39	2,02
100	200,00	0,13	0,09	----	0,050	0,73	0,36	2,01



CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue Laboratorio de Ensayos de la empresa CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S. ubicada en Montería - Córdoba. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima:	28,5 °C	**Temperatura Ambiente Mínima:**	28,2 °C
Humedad Relativa Máxima:	63 % HR	**Humedad Relativa Mínima:**	61 % HR

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación…

Tabla 4.
Coeficientes para el cálculo de la fuerza en función de su defomación y su R^2, el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A_0	A_1	A_2	A_3	---	R^2
-2,79000 E-01	1,02479 E00	-1,54811 E-04	1,46465 E-07		1,0000 E00

Ecuación 1: donde F (kN) es la fuerza calculada y X (kN) es el valor de deformación evaluado

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

Tabla 5.
Valores calculados en función de la fuerza aplicada (kN)

Indicación kN	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0
40,0	40,474	42,500	44,525	46,548	48,570
50,0	50,592	52,612	54,631	56,649	58,667
60,0	60,683	62,698	64,712	66,725	68,737
70,0	70,748	72,758	74,767	76,775	78,782
80,0	80,788	82,794	84,798	86,801	88,803
90,0	90,805	92,805	94,805	96,804	98,801
100,0	100,80	102,79	104,79	106,78	108,78
110,0	110,77	112,76	114,75	116,74	118,73
120,0	120,72	122,71	124,69	126,68	128,66
130,0	130,65	132,63	134,62	136,60	138,58
140,0	140,56	142,54	144,52	146,50	148,47
150,0	150,45	152,43	154,40	156,38	158,35
160,0	160,32	162,30	164,27	166,24	168,21
170,0	170,18	172,15	174,12	176,09	178,05
180,0	180,02	181,99	183,95	185,92	187,88
190,0	189,85	191,81	193,77	195,74	197,70
200,0	199,66				

Tabla 6.
Valores Residuales

Indicación del IBC kN	Promedio S1, 2 y 3 kN	Por Interpolación kN	Residuales kN
40,0	40,580	40,474	- 0,1
60,0	60,499	60,683	0,2
80,0	80,766	80,788	0,0
100,0	100,82	100,80	0,0
120,0	120,89	120,72	- 0,2
140,0	140,57	140,56	0,0
160,0	160,25	160,32	0,1
180,0	179,90	180,02	0,1
200,0	199,74	199,66	- 0,1

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Laboratorio de Metrología: Cll 18 #103B-72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k=2,024 y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la Calibración que se mencionan en la Pág. 2, se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,5

*El error realtivo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

OBSERVACIONES

1. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
2. En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. ISO 7500-1:2018
3. Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-23932-001

Fin del Certificado

LM-PC-05-F-01 R12.3

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

F-23932-002 R0

Calibration Certificate - Laboratory of Force

Equipo *Instrument*	MÁQUINA DIGITAL DOBLE RANGO PARA ENSAYOS DE CONCRETO
Fabricante *Manufacturer*	PINZUAR S.A.S.
Modelo *Model*	PC - 42D
Número de Serie *Serial Number*	179
Identificación Interna *Internal Identification*	No Presenta
Capacidad Máxima *Maximum Capacity*	1000 kN
Solicitante *Customer*	CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S.
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 -12
Ciudad *City*	Montería - Córdoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2021 – 09 – 17
Fecha de Emisión *Date of issue*	2021 – 09 – 28

Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos 05
Number of pages of the certificate and documents attached

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

DATOS TÉCNICOS

Máquina de Ensayo Bajo Calibración		Instrumento(s) de Referencia	
Clase	1,0		
Dirección de Carga	Compresión	**Instrumento**	Transductor de Fuerza de 1 MN
Tipo de Indicación	Digital	**Modelo**	KAL 1MN
División de Escala	0,1 kN	**Clase**	0,5
Resolución	0,1 kN	**Número de Serie**	HV325-911250
Intervalo de Medición Calibrado	Del 20 % al 100 % de la carga máxima.	**Certificado de Calibración**	5047 del INM
Límite Inferior de la Escala	20 kN	**Próxima Calibración**	2023-02-03

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que:

Tabla 1.
Indicaciones como se entrega la máquina

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					
		S_1	S_2	S_2'	S_3	S_4	Promedio
		Ascendente	Ascedente	No Aplica	Ascendente	No Aplica	$S_{1,\,2\,y\,3}$
%	kN	kN	kN	----	kN	----	kN
20	**200,0**	200,37	199,76	----	200,57	----	200,24
30	**300,0**	300,82	301,30	----	301,32	----	301,15
40	**400,0**	400,31	400,71	----	400,90	----	400,64
50	**500,0**	500,49	501,07	----	501,66	----	501,08
60	**600,0**	601,88	602,63	----	603,19	----	602,57
70	**700,0**	701,46	702,51	----	701,99	----	701,99
80	**800,0**	802,66	804,74	----	805,39	----	804,27
90	**900,0**	903,67	904,92	----	904,81	----	904,47
100	**1 000,0**	1 006,6	1 007,2	----	1 004,6	----	1 006,1

LM-PC-05-F-01 R12.3

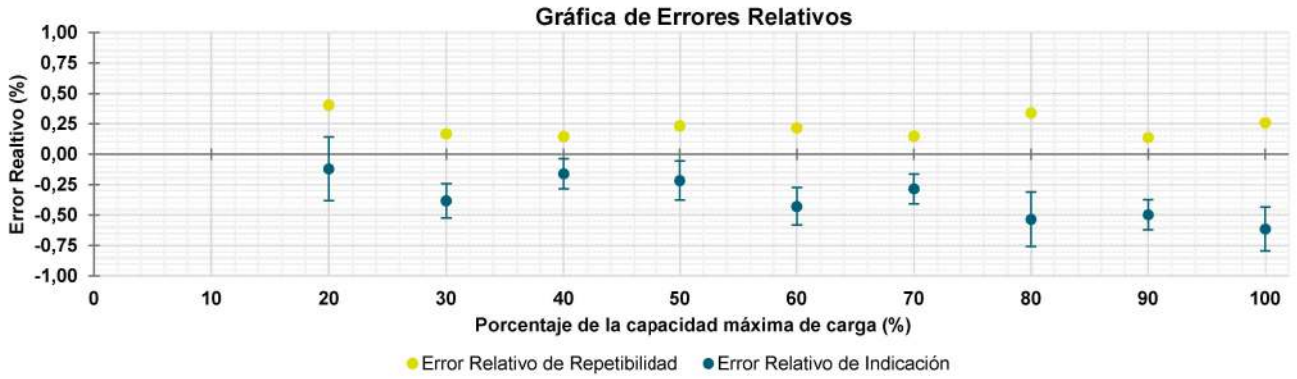
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación…

Tabla 2.
Error realitivo de cero, f_0, calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,S1}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S2'}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S4}$ %
0,030	0,050	----	0,060	----

Tabla 3.
Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC		Errores Relativos			Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida		$k_{p \approx 95\ \%}$
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad				
		q	b	v	a	U		
%	kN	%	%	%	%	kN	%	-----
20	200,00	-0,12	0,41	----	0,050	0,52	0,26	2,01
30	300,00	-0,38	0,17	----	0,033	0,42	0,14	2,01
40	400,00	-0,16	0,15	----	0,025	0,49	0,12	2,01
50	500,00	-0,22	0,23	----	0,020	0,81	0,16	2,01
60	600,00	-0,43	0,22	----	0,017	0,92	0,15	2,01
70	700,00	-0,28	0,15	----	0,014	0,86	0,12	2,01
80	800,00	-0,53	0,34	----	0,013	1,8	0,22	2,01
90	900,00	-0,50	0,14	----	0,011	1,1	0,12	2,01
100	1 000,0	-0,61	0,26	----	0,010	1,8	0,18	2,01



CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue Laboratorio de Ensayos de la empresa CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S. ubicada en Montería - Córdoba. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima:	28,2 °C	**Temperatura Ambiente Mínima:**	27,6 °C
Humedad Relativa Máxima:	63 % HR	**Humedad Relativa Mínima:**	61 % HR

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación…

Tabla 4.
Coeficientes para el cálculo de la fuerza en función de su defomación y su R^2, el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A_0	A_1	A_2	A_3	---	R^2
2,28405 E-01	1,00042 E00	2,11407 E-06	3,33081 E-09		1,0000 E00

Ecuación 1: donde F (kN) es la fuerza calculada y X (kN) es el valor de deformación evaluado

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

Tabla 5.
Valores calculados en función de la fuerza aplicada (kN)

Indicación kN	**0,0**	**10,0**	**20,0**	**30,0**	**40,0**
200,0	200,42	210,44	220,46	230,48	240,50
250,0	250,52	260,54	270,56	280,58	290,61
300,0	300,63	310,66	320,69	330,72	340,75
350,0	350,78	360,81	370,84	380,88	390,91
400,0	400,95	410,99	421,02	431,06	441,11
450,0	451,15	461,19	471,24	481,29	491,33
500,0	501,38	511,43	521,49	531,54	541,60
550,0	551,65	561,71	571,77	581,83	591,90
600,0	601,96	612,03	622,10	632,16	642,24
650,0	652,31	662,38	672,46	682,54	692,62
700,0	702,70	712,78	722,87	732,96	743,05
750,0	753,14	763,23	773,33	783,42	793,52
800,0	803,62	813,73	823,83	833,94	844,05
850,0	854,16	864,27	874,39	884,50	894,62
900,0	904,75	914,87	925,00	935,13	945,26
950,0	955,39	965,53	975,66	985,81	995,95
1 000,0	1 006,1				

Tabla 6.
Valores Residuales

Indicación del IBC kN	**Promedio S1, 2 y 3 kN**	**Por Interpolación kN**	**Residuales kN**
200,0	200,24	200,42	0,2
300,0	301,15	300,63	- 0,5
400,0	400,64	400,95	0,3
500,0	501,08	501,38	0,3
600,0	602,57	601,96	- 0,6
700,0	701,99	702,70	0,7
800,0	804,27	803,62	- 0,6
900,0	904,47	904,75	0,3
1 000,0	1 006,1	1 006,1	0,0

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Laboratorio de Metrología: Cll 18 #1038-72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k=2,013 y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la Calibración que se mencionan en la Pág. 2, se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,5

*El error realtivo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

OBSERVACIONES

1. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
2. En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. ISO 7500-1:2018
3. Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-23932-002

Fin del Certificado

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Laboratorio de Metrología: Cl 18 #103B-72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

F-23932-008 R0

Calibration Certificate - Laboratory of Force

Equipo *Instrument*	MÁQUINA DE ENSAYOS INCONFINADA
Fabricante *Manufacturer*	R&R
Modelo *Model*	2012001
Número de Serie *Serial Number*	2001121213
Identificación Interna *Internal Identification*	LS-004
Capacidad Máxima *Maximum Capacity*	5000 N
Solicitante *Customer*	CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S.
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 - 12
Ciudad *City*	Montería - Córdoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2021 – 09 – 09
Fecha de Emisión *Date of issue*	2021 – 09 – 23
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos *Number of pages of the certificate and documents attached*	05

Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

DATOS TÉCNICOS

Máquina de Ensayo Bajo Calibración		Instrumento(s) de Referencia	
Clase	1,0		
Dirección de Carga	Compresión	**Instrumento**	Transductor de Fuerza de 5 kN
Tipo de Indicación	Digital	**Modelo**	TSTM
División de Escala	1 N	**Clase**	0,0
Resolución	1 N	**Número de Serie**	1114
Intervalo de Medición Calibrado	Del 20 % al 100 % de la carga máxima.	**Certificado de Calibración**	5157 del INM
Límite Inferior de la Escala	200 N	**Próxima Calibración**	2022-04-10

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que: Se puede continuar la calibración como se recibe el equipo

Tabla 1.
Indicaciones como se entrega la máquina

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					
		S_1	S_2	S_2'	S_3	S_4	Promedio
		Ascendente	Ascedente	No Aplica	Ascendente	No Aplica	$S_{1,\,2\,y\,3}$
%	N	N	N	----	N	----	N
20	**1 000**	986,00	989,40	----	992,20	----	989,20
30	**1 500**	1 492,4	1 493,3	----	1 494,9	----	1 493,5
40	**2 000**	1 997,2	1 998,6	----	1 999,1	----	1 998,3
50	**2 500**	2 493,8	2 495,0	----	2 496,8	----	2 495,2
60	**3 000**	2 995,2	2 997,8	----	3 000,4	----	2 997,8
70	**3 500**	3 495,3	3 498,7	----	3 501,0	----	3 498,3
80	**4 000**	3 999,2	4 000,4	----	4 002,6	----	4 000,7
90	**4 500**	4 500,4	4 501,1	----	4 500,4	----	4 500,6
100	**5 000**	5 000,3	5 001,8	----	5 004,6	----	5 002,2

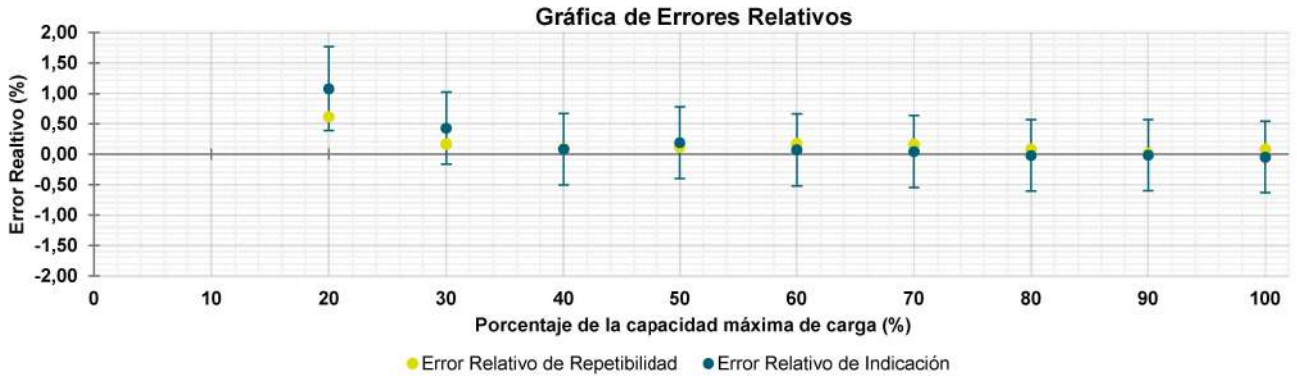
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación…

Tabla 2.
Error realitivo de cero, f_0, calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,S1}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S2'}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S4}$ %
0,000	0,000	----	0,000	----

Tabla 3.
Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC		Errores Relativos			Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida		$k_{p \approx 95\ \%}$
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad				
		q	b	v	a	U		
%	N	%	%	%	%	N	%	-----
20	1 000,0	1,08	0,62	----	0,100	6,9	0,69	2,01
30	1 500,0	0,43	0,17	----	0,067	8,9	0,59	2,01
40	2 000,0	0,08	0,10	----	0,050	12	0,59	2,01
50	2 500,0	0,19	0,12	----	0,040	15	0,59	2,01
60	3 000,0	0,07	0,17	----	0,033	18	0,59	2,01
70	3 500,0	0,05	0,16	----	0,029	21	0,59	2,01
80	4 000,0	-0,02	0,09	----	0,025	23	0,59	2,01
90	4 500,0	-0,01	0,02	----	0,022	26	0,58	2,01
100	5 000,0	-0,04	0,09	----	0,020	29	0,59	2,01



CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue Laboratorio de Ensayos de la empresa CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S. ubicada en Montería - Córdoba. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima:	28,0 °C	**Temperatura Ambiente Mínima:**	27,4 °C
Humedad Relativa Máxima:	64 % HR	**Humedad Relativa Mínima:**	62 % HR

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación…

Tabla 4.
Coeficientes para el cálculo de la fuerza en función de su defomación y su R^2, el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A_0	A_1	A_2	A_3	---	R^2
-2,35123 E01	1,01763 E00	-4,93887 E-06	4,91481 E-10		1,0000 E00

Ecuación 1: donde F (N) es la fuerza calculada y X (N) es el valor de deformación evaluado

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

Tabla 5.
Valores calculados en función de la fuerza aplicada (N)

Indicación					
N	**0**	**50**	**100**	**150**	**200**
1 000	989,67	1 040,1	1 090,6	1 141,0	1 191,4
1 250	1 241,8	1 292,1	1 342,5	1 392,8	1 443,2
1 500	1 493,5	1 543,8	1 594,1	1 644,3	1 694,6
1 750	1 744,8	1 795,1	1 845,3	1 895,5	1 945,7
2 000	1 995,9	2 046,1	2 096,3	2 146,4	2 196,6
2 250	2 246,8	2 296,9	2 347,0	2 397,1	2 447,3
2 500	2 497,4	2 547,5	2 597,6	2 647,7	2 697,8
2 750	2 747,8	2 797,9	2 848,0	2 898,1	2 948,1
3 000	2 998,2	3 048,3	3 098,3	3 148,4	3 198,4
3 250	3 248,5	3 298,5	3 348,6	3 398,7	3 448,7
3 500	3 498,8	3 548,8	3 598,9	3 648,9	3 699,0
3 750	3 749,1	3 799,1	3 849,2	3 899,3	3 949,4
4 000	3 999,4	4 049,5	4 099,6	4 149,7	4 199,8
4 250	4 249,9	4 300,1	4 350,2	4 400,3	4 450,4
4 500	4 500,6	4 550,8	4 600,9	4 651,1	4 701,3
4 750	4 751,5	4 801,7	4 851,9	4 902,1	4 952,4
5 000	5 002,6				

Tabla 6.
Valores Residuales

Indicación del IBC	**Promedio S1, 2 y 3**	**Por Interpolación**	**Residuales**
N	**N**	**N**	**N**
1 000	989,20	989,67	0
1 500	1 493,5	1 493,5	0
2 000	1 998,3	1 995,9	- 2
2 500	2 495,2	2 497,4	2
3 000	2 997,8	2 998,2	0
3 500	3 498,3	3 498,8	0
4 000	4 000,7	3 999,4	- 1
4 500	4 500,6	4 500,6	0
5 000	5 002,2	5 002,6	0

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Laboratorio de Metrología: Cl 18 #103B-72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k=2,013 y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la Calibración que se mencionan en la Pág. 2, se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,5

*El error realtivo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

OBSERVACIONES

1. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
2. En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. ISO 7500-1:2018
3. Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-23932-008

Fin del Certificado

LM-PC-05-F-01 R12.3

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

NA-23932-011 R0

Calibration Certificate - Laboratory of Force

Equipo *Instrument*	MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN CON ANILLO
Fabricante *Manufacturer*	PINZUAR S.A.S.
Modelo *Model*	NO PRESENTA
Número de Serie *Serial Number*	10105
Identificación Interna *Internal Identification*	LS-003
Capacidad Máxima *Maximum Capacity*	800 Unidad Dial
Solicitante *Customer*	CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S.
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6-12 Centro
Ciudad *City*	Monteria, Cordoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2021 – 09 – 09
Fecha de Emisión *Date of issue*	2021 – 10 – 21
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos *Number of pages of the certificate and documents attached*	06

Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

DATOS TÉCNICOS

Máquina de Ensayo Bajo Calibración		Instrumento(s) de Referencia	
Clase	1,0		
Dirección de Carga	Compresión	**Instrumento**	Transductor de Fuerza de 5 kN
Tipo de Indicación	Analógica	**Modelo**	TSTM
División de Escala	1 Unidad Dial	**Clase**	0,0
Resolución	1 Unidad Dial	**Número de Serie**	1114
Intervalo de Medición Calibrado	Del 10 % al 100 % de la carga máxima.	**Certificado de Calibración**	5157 del INM
Límite Inferior de la Escala	200 Unidad Dial	**Próxima Calibración**	2022-04-10

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que: Se puede continuar la calibración como se recibe el equipo

Tabla 1.
Indicaciones como se entrega la máquina

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					
		S_1	S_2	S_2'	S_3	S_4	Promedio
		Ascendente	Ascedente	No Aplica	Ascendente	No Aplica	$S_{1,\,2\,y\,3}$
%	Unidad Dial	kN	kN	----	kN	----	kN
10	80	0,235 8	0,236 6	----	0,237 9	----	0,236 8
20	160	0,470 2	0,470 7	----	0,472 4	----	0,471 1
30	240	0,705 5	0,706 2	----	0,707 3	----	0,706 3
40	320	0,935 7	0,936 9	----	0,937 6	----	0,936 7
50	400	1,172 8	1,173 3	----	1,173 6	----	1,173 2
60	480	1,403 2	1,403 4	----	1,401 9	----	1,402 8
70	560	1,638 6	1,638 0	----	1,635 2	----	1,637 3
80	640	1,862 5	1,863 1	----	1,860 9	----	1,862 2
90	720	2,094 4	2,092 9	----	2,091 0	----	2,092 8
100	800	2,330 7	2,330 0	----	2,328 8	----	2,329 8

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación…

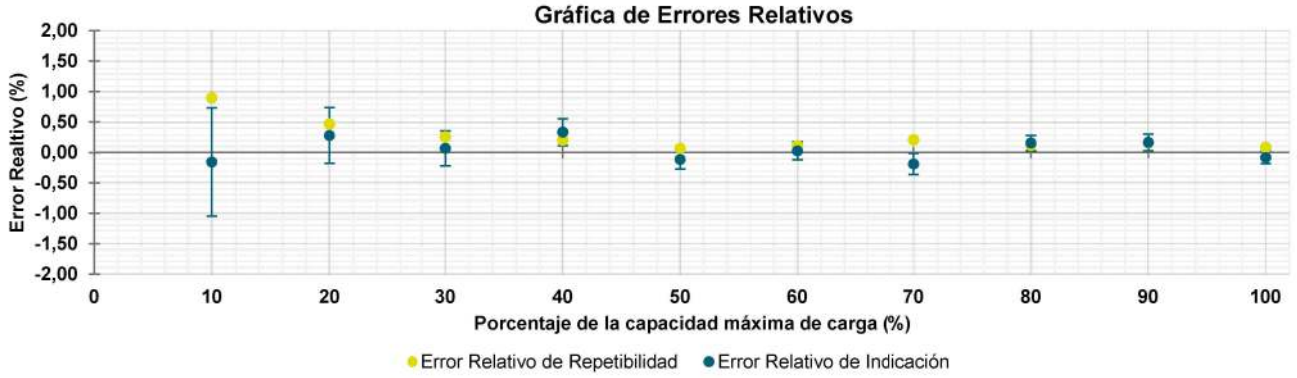
Tabla 2.
Error realitivo de cero, f_0, calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,S1}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S2'}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S4}$ %
0,000	0,000	----	0,000	----

Tabla 3.
Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación Ajustada del IBC (*)		Errores Relativos			Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida		$k_{p \approx 95\ \%}$
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad				
		q	b	v	a	U		
%	kN (*)	%	%	%	%	kN	%	-----
10	0,236 4	-0,16	0,90	----	1,231	2,1E-03	0,89	2,01
20	0,472 4	0,28	0,47	----	0,616	2,2E-03	0,46	2,01
30	0,706 8	0,07	0,25	----	0,412	2,0E-03	0,29	2,01
40	0,939 9	0,33	0,20	----	0,310	2,1E-03	0,22	2,01
50	1,171 9	-0,12	0,07	----	0,248	1,9E-03	0,16	2,01
60	1,403 2	0,03	0,11	----	0,207	2,1E-03	0,15	2,01
70	1,634 2	-0,19	0,21	----	0,178	2,9E-03	0,17	2,01
80	1,865 1	0,16	0,12	----	0,156	2,4E-03	0,13	2,01
90	2,096 2	0,16	0,16	----	0,139	2,8E-03	0,14	2,01
100	2,327 9	-0,08	0,08	----	0,125	2,4E-03	0,10	2,01

(*) Se utilizó la función de regresión polinomial mostrada en la página 4 de este certificado para convertir el valor de unidades del dial a unidades de fuerza.



CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue Laboratorio de ensayos de la empresa CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S. ubicada en Monteria, Cordoba. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima:	29,0 °C	**Temperatura Ambiente Mínima:**	28,2 °C
Humedad Relativa Máxima:	64 % HR	**Humedad Relativa Mínima:**	62 % HR

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación…

Tabla 4.
Coeficientes para el cálculo de la fuerza en función de su defomación y su R^2, el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A_0	A_1	A_2	A_3	---	R^2
-1,60000 E-03	2,99000 E-03	-1,78741 E-07	1,03575 E-10		1,000 E00

Ecuación 1: donde F (Unidad Dial) es la fuerza calculada y X (Unidad Dial) es el valor de deformación evaluado

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

Tabla 5.
Valores calculados en función de la fuerza aplicada (Unidad Dial)

Indicación Unidad	0	8	16	24	32
80	0,236 5	0,260 2	0,283 9	0,307 5	0,331 2
120	0,354 8	0,378 4	0,402 0	0,425 6	0,449 1
160	0,472 6	0,496 2	0,519 7	0,543 2	0,566 6
200	0,590 1	0,613 5	0,636 9	0,660 4	0,683 8
240	0,707 1	0,730 5	0,753 9	0,777 2	0,800 5
280	0,823 9	0,847 2	0,870 5	0,893 8	0,917 0
320	0,940 3	0,963 5	0,986 8	1,010 0	1,033 3
360	1,056 5	1,079 7	1,102 9	1,126 1	1,149 3
400	1,172 4	1,195 6	1,218 8	1,241 9	1,265 1
440	1,288 2	1,311 4	1,334 5	1,357 6	1,380 8
480	1,403 9	1,427 0	1,450 1	1,473 2	1,496 3
520	1,519 4	1,542 5	1,565 6	1,588 7	1,611 8
560	1,634 9	1,658 0	1,681 1	1,704 2	1,727 3
600	1,750 4	1,773 5	1,796 6	1,819 7	1,842 8
640	1,865 9	1,889 0	1,912 2	1,935 3	1,958 4
680	1,981 5	2,004 6	2,027 8	2,050 9	2,074 1
720	2,097 2	2,120 4	2,143 5	2,166 7	2,189 8
760	2,213 0	2,236 2	2,259 4	2,282 6	2,305 8
800	2,329 0				

Tabla 6.
Valores Residuales

Indicación del IBC Unidad Dial	Promedio S1, 2 y 3 kN (*)	Por Interpolación kN (*)	Residuales kN (*)
80	0,236 8	0,236 5	0,000
160	0,471 1	0,472 6	0,002
240	0,706 3	0,707 1	0,001
320	0,936 7	0,940 3	0,004
400	1,173 2	1,172 4	-0,001
480	1,402 8	1,403 9	0,001
560	1,637 3	1,634 9	-0,002
640	1,862 2	1,865 9	0,004
720	2,092 8	2,097 2	0,004
800	2,329 8	2,329 0	-0,001

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Laboratorio de Metrología: Cl 18 #103B-72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación…

La Tabla 7 y Tabla 8 de este Certificado de Calibración se generan debido a que las unidades de la indicación del equipo bajo Calibración no coinciden con los Newton que son las unidades definidas en el Sistema Internacional de Unidades para la magnitud derivada fuerza. Los valores aquí presentados corresponden a la multiplicación de los resultados plasmados en la Tabla 1 y Tabla 3 de este Certificado de Calibración por el factor de conversión correspondiente. Cabe aclarar que los resultados mostrados como valores relativos no se modifican al realizar la conversión de unidades.

El factor de conversión utilizado para los calculos fue: (lbf) a (N) = 4,448 222 , tomado del documento NIST SPECIAL PUBLICATION 811: Guie for the use of the International System of Units (SI) - Anexo B8.

Tabla 7.
Indicaciones obtenidas durante la Calibración para cada valor de carga aplicado en lbf

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					
		S_1	S_2	S_2'	S_3	S_4	Promedio
		Ascendente	Ascedente	No Aplica	Ascendente	No Aplica	$S_{1,\,2\,y\,3}$
%	lbf	lbf	lbf	----	lbf	----	lbf
10	53,145	53,007	53,193	----	53,485	----	53,228
20	106,21	105,71	105,82	----	106,20	----	105,91
30	158,90	158,60	158,76	----	159,01	----	158,79
40	211,29	210,35	210,62	----	210,78	----	210,58
50	263,45	263,66	263,77	----	263,84	----	263,76
60	315,46	315,45	315,50	----	315,16	----	315,37
70	367,38	368,37	368,24	----	367,61	----	368,07
80	419,28	418,71	418,84	----	418,35	----	418,63
90	471,25	470,84	470,50	----	470,08	----	470,47
100	523,34	523,96	523,81	----	523,54	----	523,77

Tabla 8.
Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación Ajustada del IBC		Errores Relativos			Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida		$k_{p\,\approx\,95\,\%}$
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad				
		q	*b*	*v*	*a*	*U*		
%	lbf	%	%	%	%	lbf	%	----
10	53,145	-0,16	0,90	----	1,23	0,47	0,89	2,01
20	106,21	0,28	0,47	----	0,62	0,49	0,46	2,01
30	158,90	0,07	0,25	----	0,41	0,46	0,29	2,01
40	211,29	0,33	0,20	----	0,31	0,47	0,22	2,01
50	263,45	-0,12	0,07	----	0,25	0,42	0,16	2,01
60	315,46	0,03	0,11	----	0,21	0,47	0,15	2,01
70	367,38	-0,19	0,21	----	0,18	0,64	0,17	2,01
80	419,28	0,16	0,12	----	0,16	0,53	0,13	2,01
90	471,25	0,16	0,16	----	0,14	0,64	0,14	2,01
100	523,34	-0,08	0,08	----	0,13	0,54	0,10	2,01

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Laboratorio de Metrología: Cl 18 #103B-72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k=2,013 y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la Calibración que se mencionan en la Pág. 2, se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,5

*El error realtivo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

OBSERVACIONES

1. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
2. En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. ISO 7500-1:2018
3. Los resultados reportados por debajo del 20% del límite superior no se obtubieron de acuerdo a lo establecido en el documento de referencia, por lo tanto el usuario no podrá declarar laclase de la máquina de ensayos por debajo del 20% del límite superior. Los resultados en valores discretos de fuerza reportados fueron solicitados y aprobados por el cliente.
4. Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. NA-23932-011

Fin del Certificado

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

F-23932-012 R0

Calibration Certificate - Laboratory of Force

Equipo *Instrument*	MÁQUINA DE ENSAYOS MARSHALL
Fabricante *Manufacturer*	PINZUAR S.A.S.
Modelo *Model*	PA-09
Número de Serie *Serial Number*	268
Identificación Interna *Internal Identification*	LM-017
Capacidad Máxima *Maximum Capacity*	50 kN
Solicitante *Customer*	CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S.
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 - 12
Ciudad *City*	Montería - Córdoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2021 – 09 – 09
Fecha de Emisión *Date of issue*	2021 – 09 – 22
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos *Number of pages of the certificate and documents attached*	05

Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

DATOS TÉCNICOS

Máquina de Ensayo Bajo Calibración		Instrumento(s) de Referencia	
Clase	1,0		
Dirección de Carga	Compresión	**Instrumento**	Transductor de Fuerza de 50 kN
Tipo de Indicación	Digital	**Modelo**	ZZB
División de Escala	0,01 kN	**Clase**	1,0
Resolución	0,01 kN	**Número de Serie**	6075
Intervalo de Medición Calibrado	Del 20 % al 100 % de la carga máxima.	**Certificado de Calibración**	5048 del INM
Límite Inferior de la Escala	2 kN	**Próxima Calibración**	2023-01-22

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que: Se puede continuar la calibración como se recibe el equipo

Tabla 1.
Indicaciones como se entrega la máquina

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					
		S_1	S_2	S_2'	S_3	S_4	Promedio
		Ascendente	Ascedente	No Aplica	Ascendente	No Aplica	$S_{1,\,2\,y\,3}$
%	kN	kN	kN	----	kN	----	kN
20	**10,00**	10,021	10,002	----	10,026	----	10,016
30	**15,00**	15,035	15,044	----	15,049	----	15,043
40	**20,00**	20,023	20,046	----	20,034	----	20,034
50	**25,00**	25,035	25,042	----	25,050	----	25,043
60	**30,00**	30,004	30,009	----	30,025	----	30,012
70	**35,00**	35,037	35,041	----	35,049	----	35,042
80	**40,00**	40,089	40,105	----	40,097	----	40,097
90	**45,00**	45,176	45,182	----	45,171	----	45,176
100	**50,00**	50,070	50,086	----	50,114	----	50,090

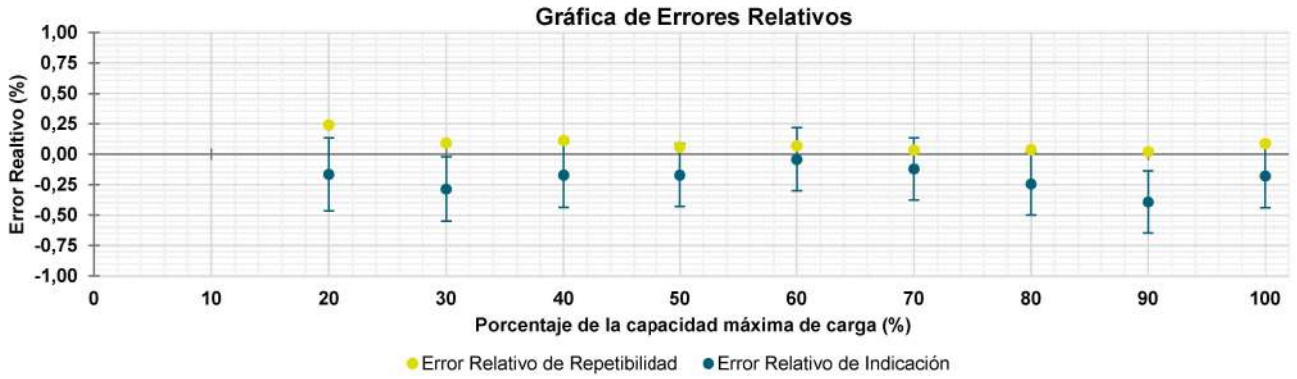
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación…

Tabla 2.
Error realitivo de cero, f_0, calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,S1}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S2'}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S4}$ %
0,000	0,000	----	0,000	----

Tabla 3.
Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC		Errores Relativos			Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida		$k_{p \approx 95\ \%}$
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad				
		q	b	v	a	U		
%	kN	%	%	%	%	kN	%	-----
20	10,000	-0,16	0,24	----	0,100	0,030	0,30	2,01
30	15,000	-0,29	0,09	----	0,067	0,040	0,26	2,01
40	20,000	-0,17	0,12	----	0,050	0,053	0,27	2,01
50	25,000	-0,17	0,06	----	0,040	0,065	0,26	2,01
60	30,000	-0,04	0,07	----	0,033	0,078	0,26	2,01
70	35,000	-0,12	0,03	----	0,029	0,090	0,26	2,01
80	40,000	-0,24	0,04	----	0,025	0,10	0,26	2,01
90	45,000	-0,39	0,02	----	0,022	0,12	0,26	2,01
100	50,000	-0,18	0,09	----	0,020	0,13	0,26	2,01



CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue Laboratorio de Ensayos de la empresa CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S. ubicada en Montería - Córdoba. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima:	29,0 °C	**Temperatura Ambiente Mínima:**	28,2 °C
Humedad Relativa Máxima:	64 % HR	**Humedad Relativa Mínima:**	62 % HR

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación…

Tabla 4.
Coeficientes para el cálculo de la fuerza en función de su defomación y su R², el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A_0	A_1	A_2	A_3	---	R^2
1,24611 E-01	9,86410 E-01	5,16667 E-04	-4,90236 E-06		1,000 E00

Ecuación 1: donde F (kN) es la fuerza calculada y X (kN) es el valor de deformación evaluado

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

Tabla 5.
Valores calculados en función de la fuerza aplicada (kN)

Indicación kN	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00
10,00	10,035	10,533	11,031	11,529	12,027
12,50	12,526	13,024	13,523	14,022	14,521
15,00	15,020	15,520	16,019	16,519	17,019
17,50	17,519	18,019	18,519	19,019	19,520
20,00	20,020	20,521	21,022	21,523	22,023
22,50	22,525	23,026	23,527	24,028	24,530
25,00	25,031	25,533	26,034	26,536	27,038
27,50	27,540	28,042	28,543	29,045	29,547
30,00	30,050	30,552	31,054	31,556	32,058
32,50	32,560	33,063	33,565	34,067	34,569
35,00	35,072	35,574	36,076	36,579	37,081
37,50	37,583	38,085	38,587	39,090	39,592
40,00	40,094	40,596	41,098	41,600	42,102
42,50	42,604	43,106	43,608	44,109	44,611
45,00	45,113	45,614	46,116	46,617	47,118
47,50	47,619	48,121	48,622	49,122	49,623
50,00	50,124				

Tabla 6.
Valores Residuales

Indicación del IBC kN	Promedio S1, 2 y 3 kN	Por Interpolación kN	Residuales kN
10,00	10,016	10,035	0,02
15,00	15,043	15,020	- 0,02
20,00	20,034	20,020	- 0,01
25,00	25,043	25,031	- 0,01
30,00	30,012	30,050	0,04
35,00	35,042	35,072	0,03
40,00	40,097	40,094	0,00
45,00	45,176	45,113	- 0,06
50,00	50,090	50,124	0,03

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Laboratorio de Metrología: Cl 18 #103B-72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k=2,013 y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la Calibración que se mencionan en la Pág. 2, se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,5

*El error realtivo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

OBSERVACIONES

1. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
2. En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. ISO 7500-1:2018
3. Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-23932-012

Fin del Certificado

LM-PC-05-F-01 R12.3

Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas

M-23932-004 R0

Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

Equipo *Instrument*	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO
Fabricante *Manufacturer*	OHAUS
Modelo *Model*	CD-11
Número de Serie *Serial Number*	0059742-6ME
Identificación Interna *Internal Identification*	No Presenta
Carga Máxima *Maximum load*	20 kg
Solicitante *Customer*	CONSULTORIAS, GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S.
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 - 12
Ciudad *City*	Montería, Cordoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2021 – 09 – 10
Fecha de Emisión *Date of issue*	2021 – 09 – 20
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos *Number of pages of the certificate and documents attached*	04

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología PINZUAR S.A.S no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Francisco Durán Romero
Metrólogo Laboratorio de Metrología

DATOS TÉCNICOS

Método Empleado	Comparación Directa
Número de Serie	0059742-6ME
Identificación Interna	No Presenta
Resolución	0,001 kg
Intervalo Calibrado	0,02 kg a 20 kg
Instrumentos de Referencia	Pesas cilíndricas
Clase de exactitud	F1
Certificado No.	M-23728-001 PINZUAR /CAP-481-21 WR Laboratorios
Documento de Referencia	Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Antes de proceder con la toma de datos se realizó una inspección breve donde se determinó que la instalación (ubicación en el cuarto, nivelación, fuente de corriente y/o batería, entre otros) es adecuada para ejecutar la calibración, también se realizó una verificación de funcionamiento realizando una precarga con el fin de comprobar el buen funcionamiento del instrumento. Posterior a esto se llevaron a cabo las pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad y excentricidad siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2009, Numerales 4,5,6,7; Apéndices A,B,C,D,E y F.

En la tabla 1 se encuentran los resultados obtenidos en la prueba para los errores de las indicaciones que permite evaluar la exactitud del instrumento, se encuentran los errores calculados de la diferencia entre la indicación del instrumento y la carga aplicada.

Tabla 1.
Resultados de la prueba para los errores de las indicaciones

Carga kg	Indicación Ascendente kg	Indicación Descendente kg	Error Ascendente kg	Error Descendente kg	Incertidumbre Expandida ±kg	k^1, p=95,45% -----
0,020 0	0,019	0,018	- 0,001 0	- 0,002 0	0,001 4	2,12
5,000 0	4,997	4,996	- 0,003 0	- 0,004 0	0,001 5	2,10
10,000 0	9,994	9,994	- 0,006 0	- 0,006 0	0,001 6	2,06
15,000 0	14,990	14,990	- 0,010 0	- 0,010 0	0,001 9	2,03
20,000 0	19,987	19,987	- 0,013 0	- 0,013 0	0,002 1	2,02

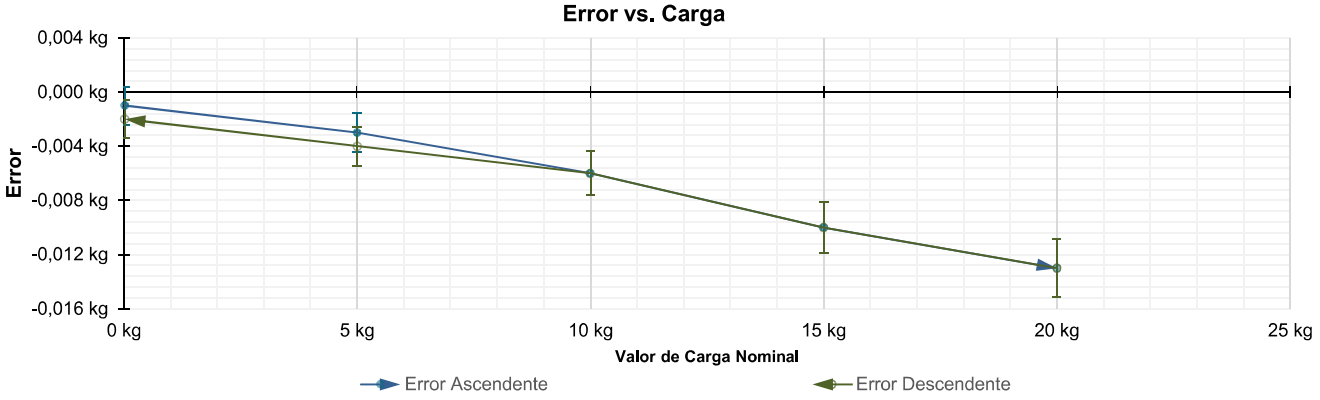


Figura 1. Gráfica para el ensayo de error de indicación.

[1] *Factor de cobertura*

LM-PC-24-F-01 R7.3

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN *(Continuación)*

A continuación, en la Tabla 2 se encuentran los resultados para el ensayo de excentricidad de carga que permite evaluar el comportamiento del equipo al aplicar cargas en un ligar diferente al centro del receptor de carga como se muestra en la Figura 2.

Tabla 2.
Resultados prueba de excentricidad y la máxima diferencia.

Valor Nominal de la Carga	7 kg

Posición	**Indicación del Instrumento**	**Diferencia Respecto al Centro**
-----	**kg**	**kg**
1	6,995	------
2	6,996	0,001
3	6,995	0,000
4	6,995	0,000
5	6,996	0,001
Diferencia máxima respecto al centro		**0,001**

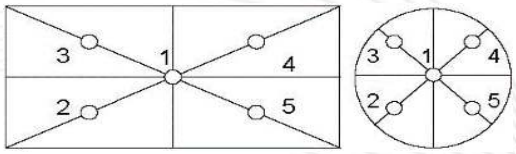


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad.

Por último, en la Tabla 3 se muestran los resultados del ensayo de repetibilidad que permite identificar la variación de la indicación del instrumento de pesaje no automático al colocar una misma carga bajo condiciones idénticas de manejo y bajo condiciones de ensayo constantes.

Tabla 3.
Resultados prueba de repetibilidad y la desviación estándar calculada para cada carga.

	Valor Nominal de las Cargas			
	10 kg		20 kg	
Cantidad de Repeticiones	**Indicación del Instrumento**		**Indicación del Instrumento**	
1	9,993		19,987	
2	9,994		19,986	
3	9,993		19,987	
4	9,994		19,987	
5	9,993		19,986	
6	9,994		19,986	
7	9,994		19,987	
8	9,993		19,987	
9	9,993		19,986	
10	9,993		19,986	
Desviación Estándar	**0,000 52**	**kg**	**0,000 53**	**kg**

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la calibración fue Laboratorio de ensayos, CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S..; Monteria, Cordoba. Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Máxima:	27,8 °C	**Temperatura Mínima:**	27,5 °C
Humedad Máxima:	58 % HR	**Humedad Mínima:**	55 % HR
Presión Barométrica Máxima:	991,5 hPa	**Presión Barométrica Mínima:**	991,2 hPa

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Laboratorio de Metrología: Cl 18 #103B-72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición está dada en la tabla de resultados de la página No. 2, para cada punto de calibración. La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura,la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Fue estimada según el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Tomando como base los resultados obtenidos en la calibración del instrumento de pesaje no automático, se obtienen las ecuaciones con las que el usuario podrá corregir cada lectura *R,* y también obtener su incertidumbre expandida U_R.

La ecuación para la corrección de la lectura, donde *R* es tomada directamente del indicador del instrumento en las unidades que se reportan los resultados en la página número dos de este certificado. La ecuación aquí presentada aplica a ejercicios de pesada en los que se ajusta el cero del instrumento antes de ejecutar la pesada y asumiendo como condiciones normales de uso lo declarado por el usuario durante la calibración y de información recolectada durante la misma.

$R_{corregida} = R - E_{aprox}$ $\quad E_{aprox} =$ -6,44 E-04 · R

La pesada ejecutada en el instrumento de pesaje tendrá la siguiente incertidumbre estándar,

$u^2(W) =$ 4,46 E-07 + 2,76 E-08 R^2

Incertidumbre expandida de un resultado de pesada

$U_R = k \cdot u(W)$

Se puede tomar el valor k = 2, que corresponde a una probabilidad aproximada del 95 % y aplica cuando se puede asumir una distribución normal (Gaussiana) para el error de la indicación. Se encuentra más información sobre el valor de k en el documento Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal
2. Las fórmulas calculadas para la obtención de la lectura corregida y su correspondiente incertidumbre estándar se obtuvieron a partir de la condiciones evidenciadas en la calibración (instalación, variación de condiciones ambientales, corriente eléctrica). Si las condiciones de uso del instrumento difieren a las al que hace referencia este certificado es responsabilidad del usuario establecer si es o no adecuada su aplicación.
3. Se puede obtener más información sobre el método y cálculos realizados para la emisión de este certificado de calibración consultando el documento de referencia mencionado en la página dos.
4. Se adjunta la estampilla de calibración **No.** **M-23932-004**

Fin del Certificado

Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas

M-23932-005 R0

Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

Equipo *Instrument*	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO
Fabricante *Manufacturer*	OHAUS
Modelo *Model*	PX2202/E
Número de Serie *Serial Number*	C008040229
Identificación Interna *Internal Identification*	No Presenta
Carga Máxima *Maximum load*	2200 g
Solicitante *Customer*	CONSULTORIAS, GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S.
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 - 12
Ciudad *City*	Montería, Cordoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2021 – 09 – 10
Fecha de Emisión *Date of issue*	2021 – 09 – 20

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos 04
Number of pages of the certificate and documents attached

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología PINZUAR S.A.S no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Francisco Durán Romero
Metrólogo Laboratorio de Metrología

DATOS TÉCNICOS

Método Empleado	Comparación Directa
Número de Serie	C008040229
Identificación Interna	No Presenta
Resolución	0,1 g
Intervalo Calibrado	2 g a 2200 g
Instrumentos de Referencia	Pesas cilíndricas
Clase de exactitud	F1
Certificado No.	M-23728-001 PINZUAR /CAP-481-21 WR Laboratorios
Documento de Referencia	Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Antes de proceder con la toma de datos se realizó una inspección breve donde se determinó que la instalación (ubicación en el cuarto, nivelación, fuente de corriente y/o batería, entre otros) es adecuada para ejecutar la calibración, también se realizó una verificación de funcionamiento realizando una precarga con el fin de comprobar el buen funcionamiento del instrumento. Posterior a esto se llevaron a cabo las pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad y excentricidad siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2009, Numerales 4,5,6,7; Apéndices A,B,C,D,E y F.

En la tabla 1 se encuentran los resultados obtenidos en la prueba para los errores de las indicaciones que permite evaluar la exactitud del instrumento, se encuentran los errores calculados de la diferencia entre la indicación del instrumento y la carga aplicada.

Tabla 1.
Resultados de la prueba para los errores de las indicaciones

Carga g	Indicación Ascendente g	Indicación Descendente g	Error Ascendente g	Error Descendente g	Incertidumbre Expandida ±g	k^{1}, p=95,45% -----
2,000	2,0	2,0	0,000	0,000	0,082	2,01
500,000	500,0	500,0	0,000	0,000	0,089	2,00
1 100,00	1 100,0	1 099,9	0,00	- 0,10	0,11	2,00
1 500,00	1 500,0	1 499,9	0,00	- 0,10	0,14	2,01
2 200,00	2 200,0	2 200,0	0,00	0,00	0,18	2,01

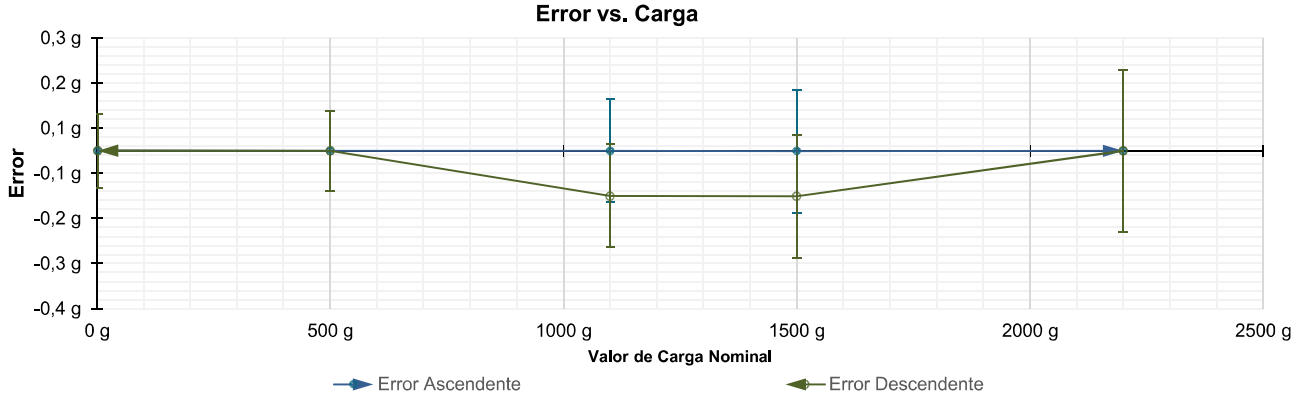


Figura 1. Gráfica para el ensayo de error de indicación.

[1] *Factor de cobertura*

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN *(Continuación)*

A continuación, en la Tabla 2 se encuentran los resultados para el ensayo de excentricidad de carga que permite evaluar el comportamiento del equipo al aplicar cargas en un ligar diferente al centro del receptor de carga como se muestra en la Figura 2.

Tabla 2.
Resultados prueba de excentricidad y la máxima diferencia.

Valor Nominal de la Carga	800 g

Posición	**Indicación del Instrumento**	**Diferencia Respecto al Centro**
-----	**g**	**g**
1	800,0	------
2	800,0	0,0
3	800,0	0,0
4	800,1	0,1
5	800,0	0,0
Diferencia máxima respecto al centro		**0,1**

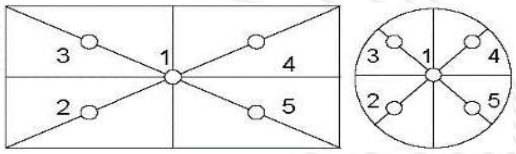


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad.

Por último, en la Tabla 3 se muestran los resultados del ensayo de repetibilidad que permite identificar la variación de la indicación del instrumento de pesaje no automático al colocar una misma carga bajo condiciones idénticas de manejo y bajo condiciones de ensayo constantes.

Tabla 3.
Resultados prueba de repetibilidad y la desviación estándar calculada para cada carga.

	Valor Nominal de las Cargas	
	1100 g	2200 g
Cantidad de Repeticiones	**Indicación del Instrumento**	**Indicación del Instrumento**
1	1 100,0	2 200,0
2	1 100,0	2 200,0
3	1 100,0	2 200,0
4	1 100,0	2 200,0
5	1 100,0	2 200,0
6	1 100,0	2 200,0
7	1 100,0	2 200,0
8	1 100,0	2 200,0
9	1 100,0	2 200,0
10	1 100,0	2 200,0
Desviación Estándar	**0,000 g**	**0,000 g**

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la calibración fue Laboratorio de ensayos, CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S..; Monteria, Cordoba. Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Máxima:	28,6 °C	**Temperatura Mínima:**	28,4 °C
Humedad Máxima:	58 % HR	**Humedad Mínima:**	55 % HR
Presión Barométrica Máxima:	991,8 hPa	**Presión Barométrica Mínima:**	991,7 hPa

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Laboratorio de Metrología: Cl 18 #103B-72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición está dada en la tabla de resultados de la página No. 2, para cada punto de calibración. La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura,la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Fue estimada según el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Tomando como base los resultados obtenidos en la calibración del instrumento de pesaje no automático, se obtienen las ecuaciones con las que el usuario podrá corregir cada lectura *R,* y también obtener su incertidumbre expandida U_R.

La ecuación para la corrección de la lectura, donde *R* es tomada directamente del indicador del instrumento en las unidades que se reportan los resultados en la página número dos de este certificado. La ecuación aquí presentada aplica a ejercicios de pesada en los que se ajusta el cero del instrumento antes de ejecutar la pesada y asumiendo como condiciones normales de uso lo declarado por el usuario durante la calibración y de información recolectada durante la misma.

$R_{corregida} = R - E_{aprox}$ $\qquad$ $E_{aprox} =$ *-4,24 E-07 · R*

La pesada ejecutada en el instrumento de pesaje tendrá la siguiente incertidumbre estándar,

$u^2(W) =$ *1,67 E-03* + *1,14 E-08* R^2

Incertidumbre expandida de un resultado de pesada

$U_R = k \cdot u(W)$

Se puede tomar el valor k = 2, que corresponde a una probabilidad aproximada del 95 % y aplica cuando se puede asumir una distribución normal (Gaussiana) para el error de la indicación. Se encuentra más información sobre el valor de k en el documento Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal
2. Las fórmulas calculadas para la obtención de la lectura corregida y su correspondiente incertidumbre estándar se obtuvieron a partir de la condiciones evidenciadas en la calibración (instalación, variación de condiciones ambientales, corriente eléctrica). Si las condiciones de uso del instrumento difieren a las al que hace referencia este certificado es responsabilidad del usuario establecer si es o no adecuada su aplicación.
3. Se puede obtener más información sobre el método y cálculos realizados para la emisión de este certificado de calibración consultando el documento de referencia mencionado en la página dos.
4. Se adjunta la estampilla de calibración **No.** **M-23932-005**

Fin del Certificado

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Laboratorio de Metrología: Cll 18 #103B-72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO

Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas

M-23932-006 R0

Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

Equipo *Instrument*	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO
Fabricante *Manufacturer*	OHAUS
Modelo *Model*	SP202
Número de Serie *Serial Number*	B250612476
Identificación Interna *Internal Identification*	LS-007
Carga Máxima *Maximum load*	200 g
Solicitante *Customer*	CONSULTORIAS, GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S.
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 - 12
Ciudad *City*	Montería, Cordoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2021 – 09 – 10
Fecha de Emisión *Date of issue*	2021 – 09 – 20

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos 04

Number of pages of the certificate and documents attached

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología PINZUAR S.A.S no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Francisco Durán Romero
Metrólogo Laboratorio de Metrología

DATOS TÉCNICOS

Método Empleado	Comparación Directa
Número de Serie	B250612476
Identificación Interna	LS-007
Resolución	0,01 g
Intervalo Calibrado	0,2 g a 200 g
Instrumentos de Referencia	Pesas cilíndricas y tipo láminas
Clase de exactitud	F1 / F1
Certificado No.	M-23728-001 PINZUAR /CAP-481-21 WR Laboratorios / CAP-938-20 WR Laboratorios
Documento de Referencia	Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Antes de proceder con la toma de datos se realizó una inspección breve donde se determinó que la instalación (ubicación en el cuarto, nivelación, fuente de corriente y/o batería, entre otros) es adecuada para ejecutar la calibración, también se realizó una verificación de funcionamiento realizando una precarga con el fin de comprobar el buen funcionamiento del instrumento. Posterior a esto se llevaron a cabo las pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad y excentricidad siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2009, Numerales 4,5,6,7; Apéndices A,B,C,D,E y F.

En la tabla 1 se encuentran los resultados obtenidos en la prueba para los errores de las indicaciones que permite evaluar la exactitud del instrumento, se encuentran los errores calculados de la diferencia entre la indicación del instrumento y la carga aplicada.

Tabla 1.
Resultados de la prueba para los errores de las indicaciones

Carga g	Indicación Ascendente g	Indicación Descendente g	Error Ascendente g	Error Descendente g	Incertidumbre Expandida ±g	k^1, p=95,45% -----
0,200 0	0,20	0,20	0,000 0	0,000 0	0,008 2	2,01
50,000 1	50,00	50,00	- 0,000 1	- 0,000 1	0,008 2	2,01
100,000 0	100,00	100,00	0,000 0	0,000 0	0,008 2	2,01
150,000 1	150,00	150,00	- 0,000 1	- 0,000 1	0,008 2	2,01
199,999 9	200,00	200,00	0,000 1	0,000 1	0,008 2	2,01

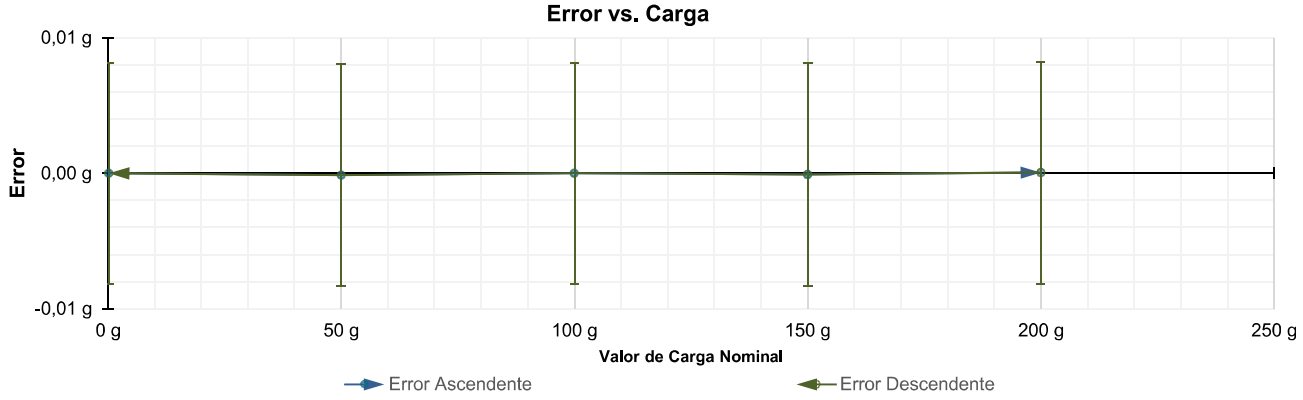


Figura 1. Gráfica para el ensayo de error de indicación.

[1] *Factor de cobertura*

LM-PC-24-F-01 R7.3

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN *(Continuación)*

A continuación, en la Tabla 2 se encuentran los resultados para el ensayo de excentricidad de carga que permite evaluar el comportamiento del equipo al aplicar cargas en un ligar diferente al centro del receptor de carga como se muestra en la Figura 2.

Tabla 2.
Resultados prueba de excentricidad y la máxima diferencia.

Valor Nominal de la Carga	80 g

Posición	**Indicación del Instrumento**	**Diferencia Respecto al Centro**
-----	**g**	**g**
1	80,00	------
2	80,00	0,00
3	80,00	0,00
4	80,00	0,00
5	80,00	0,00
Diferencia máxima respecto al centro		**0,00**

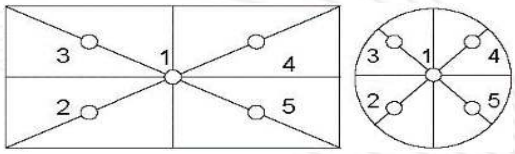


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad.

Por último, en la Tabla 3 se muestran los resultados del ensayo de repetibilidad que permite identificar la variación de la indicación del instrumento de pesaje no automático al colocar una misma carga bajo condiciones idénticas de manejo y bajo condiciones de ensayo constantes.

Tabla 3.
Resultados prueba de repetibilidad y la desviación estándar calculada para cada carga.

	Valor Nominal de las Cargas	
	100 g	200 g
Cantidad de Repeticiones	**Indicación del Instrumento**	**Indicación del Instrumento**
1	100,00	200,00
2	100,00	200,00
3	100,00	200,00
4	100,00	200,00
5	100,00	200,00
6	100,00	200,00
7	100,00	200,00
8	100,00	200,00
9	100,00	200,00
10	100,00	200,00
Desviación Estándar	**0,000 0 g**	**0,000 0 g**

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la calibración fue Laboratorio de ensayos, CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S..; Monteria, Cordoba. Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Máxima:	28,8 °C	**Temperatura Mínima:**	28,5 °C
Humedad Máxima:	57 % HR	**Humedad Mínima:**	55 % HR
Presión Barométrica Máxima:	991,8 hPa	**Presión Barométrica Mínima:**	991,7 hPa

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Laboratorio de Metrología: Cll 18 #103B-72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición está dada en la tabla de resultados de la página No. 2, para cada punto de calibración. La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura,la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Fue estimada según el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Tomando como base los resultados obtenidos en la calibración del instrumento de pesaje no automático, se obtienen las ecuaciones con las que el usuario podrá corregir cada lectura *R,* y también obtener su incertidumbre expandida U_R.

La ecuación para la corrección de la lectura, donde *R* es tomada directamente del indicador del instrumento en las unidades que se reportan los resultados en la página número dos de este certificado. La ecuación aquí presentada aplica a ejercicios de pesada en los que se ajusta el cero del instrumento antes de ejecutar la pesada y asumiendo como condiciones normales de uso lo declarado por el usuario durante la calibración y de información recolectada durante la misma.

$R_{corregida} = R - E_{aprox}$ $\qquad$ $E_{aprox} =$ -1,14 E-07 · R

La pesada ejecutada en el instrumento de pesaje tendrá la siguiente incertidumbre estándar,

$u^2(W) =$ 1,67 E-05 + 7,51 E-09 R^2

Incertidumbre expandida de un resultado de pesada

$U_R = k \cdot u(W)$

Se puede tomar el valor k = 2, que corresponde a una probabilidad aproximada del 95 % y aplica cuando se puede asumir una distribución normal (Gaussiana) para el error de la indicación. Se encuentra más información sobre el valor de k en el documento Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal
2. Las fórmulas calculadas para la obtención de la lectura corregida y su correspondiente incertidumbre estándar se obtuvieron a partir de la condiciones evidenciadas en la calibración (instalación, variación de condiciones ambientales, corriente eléctrica). Si las condiciones de uso del instrumento difieren a las al que hace referencia este certificado es responsabilidad del usuario establecer si es o no adecuada su aplicación.
3. Se puede obtener más información sobre el método y cálculos realizados para la emisión de este certificado de calibración consultando el documento de referencia mencionado en la página dos.
4. Se adjunta la estampilla de calibración **No.** **M-23932-006**

Fin del Certificado

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Laboratorio de Metrología: Cll 18 #103B-72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO

Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas

M-23932-007 R0

Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

Equipo *Instrument*	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO
Fabricante *Manufacturer*	OHAUS
Modelo *Model*	PX2202/E
Número de Serie *Serial Number*	C008040229
Identificación Interna *Internal Identification*	No Presenta
Carga Máxima *Maximum load*	220 g
Solicitante *Customer*	CONSULTORIAS, GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S.
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 - 12
Ciudad *City*	Montería, Cordoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2021 – 09 – 10
Fecha de Emisión *Date of issue*	2021 – 09 – 20
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos *Number of pages of the certificate and documents attached*	04

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología PINZUAR S.A.S no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Francisco Durán Romero
Metrólogo Laboratorio de Metrología

DATOS TÉCNICOS

Método Empleado	Comparación Directa
Número de Serie	C008040229
Identificación Interna	No Presenta
Resolución	0,01 g
Intervalo Calibrado	0,2 g a 220 g
Instrumentos de Referencia	Pesas cilíndricas y tipo láminas
Clase de exactitud	F1 / F1
Certificado No.	M-23728-001 PINZUAR /CAP-481-21 WR Laboratorios / CAP-938-20 WR Laboratorios
Documento de Referencia	Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Antes de proceder con la toma de datos se realizó una inspección breve donde se determinó que la instalación (ubicación en el cuarto, nivelación, fuente de corriente y/o batería, entre otros) es adecuada para ejecutar la calibración, también se realizó una verificación de funcionamiento realizando una precarga con el fin de comprobar el buen funcionamiento del instrumento. Posterior a esto se llevaron a cabo las pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad y excentricidad siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2009, Numerales 4,5,6,7; Apéndices A,B,C,D,E y F.

En la tabla 1 se encuentran los resultados obtenidos en la prueba para los errores de las indicaciones que permite evaluar la exactitud del instrumento, se encuentran los errores calculados de la diferencia entre la indicación del instrumento y la carga aplicada.

Tabla 1.
Resultados de la prueba para los errores de las indicaciones

Carga g	Indicación Ascendente g	Indicación Descendente g	Error Ascendente g	Error Descendente g	Incertidumbre Expandida ±g	k^1, p=95,45% -----
0,200 0	0,20	0,20	0,000 0	0,000 0	0,008 2	2,01
50,000 1	50,00	50,00	- 0,000 1	- 0,000 1	0,008 9	2,00
100,000	100,00	100,00	0,000	0,000	0,011	2,00
150,000	150,00	149,99	0,000	- 0,010	0,014	2,01
200,000	200,00	200,00	0,000	0,000	0,017	2,01

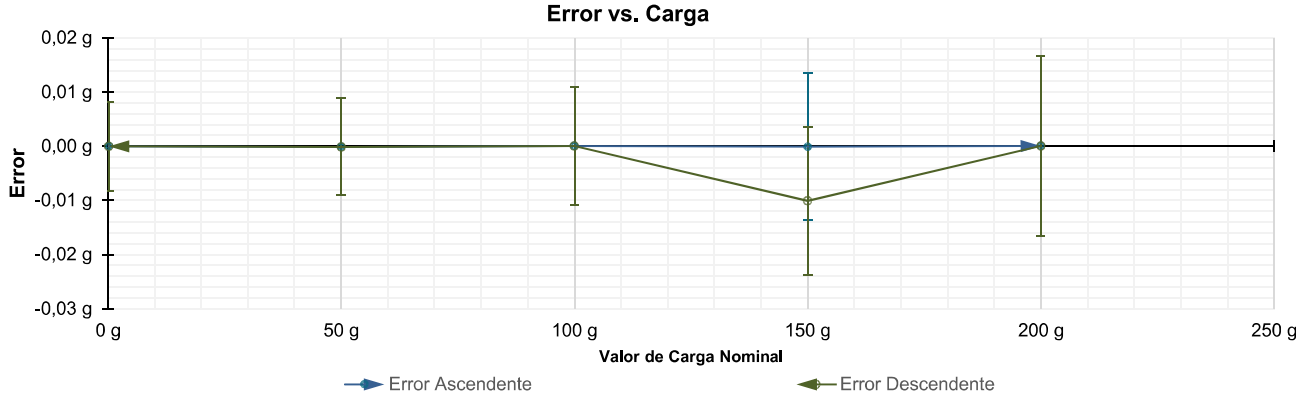


Figura 1. Gráfica para el ensayo de error de indicación.

[1] *Factor de cobertura*

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN *(Continuación)*

A continuación, en la Tabla 2 se encuentran los resultados para el ensayo de excentricidad de carga que permite evaluar el comportamiento del equipo al aplicar cargas en un ligar diferente al centro del receptor de carga como se muestra en la Figura 2.

Tabla 2.
Resultados prueba de excentricidad y la máxima diferencia.

Valor Nominal de la Carga	80 g	
Posición	**Indicación del Instrumento**	**Diferencia Respecto al Centro**
-----	**g**	**g**
1	80,00	------
2	80,01	0,01
3	80,01	0,01
4	80,00	0,00
5	80,00	0,00
Diferencia máxima respecto al centro		**0,01**

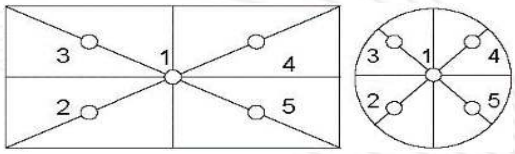


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad.

Por último, en la Tabla 3 se muestran los resultados del ensayo de repetibilidad que permite identificar la variación de la indicación del instrumento de pesaje no automático al colocar una misma carga bajo condiciones idénticas de manejo y bajo condiciones de ensayo constantes.

Tabla 3.
Resultados prueba de repetibilidad y la desviación estándar calculada para cada carga.

	Valor Nominal de las Cargas	
	110 g	220 g
Cantidad de Repeticiones	**Indicación del Instrumento**	**Indicación del Instrumento**
1	110,00	220,00
2	110,00	220,00
3	110,00	220,00
4	110,00	220,00
5	110,00	220,00
6	110,00	220,00
7	110,00	220,00
8	110,00	220,00
9	110,00	220,00
10	110,00	220,00
Desviación Estándar	**0,000 0 g**	**0,000 0 g**

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la calibración fue Laboratorio de ensayos, CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S..; Monteria, Cordoba. Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Máxima:	28,6 °C	**Temperatura Mínima:**	28,4 °C
Humedad Máxima:	58 % HR	**Humedad Mínima:**	55 % HR
Presión Barométrica Máxima:	991,8 hPa	**Presión Barométrica Mínima:**	991,7 hPa

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Laboratorio de Metrología: Cll 18 #103B-72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición está dada en la tabla de resultados de la página No. 2, para cada punto de calibración. La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura,la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Fue estimada según el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Tomando como base los resultados obtenidos en la calibración del instrumento de pesaje no automático, se obtienen las ecuaciones con las que el usuario podrá corregir cada lectura *R,* y también obtener su incertidumbre expandida U_R.

La ecuación para la corrección de la lectura, donde *R* es tomada directamente del indicador del instrumento en las unidades que se reportan los resultados en la página número dos de este certificado. La ecuación aquí presentada aplica a ejercicios de pesada en los que se ajusta el cero del instrumento antes de ejecutar la pesada y asumiendo como condiciones normales de uso lo declarado por el usuario durante la calibración y de información recolectada durante la misma.

$R_{corregida} = R - E_{aprox}$ $\qquad$ $E_{aprox} =$ -1,97 E-07 · R

La pesada ejecutada en el instrumento de pesaje tendrá la siguiente incertidumbre estándar,

$u^2(W) =$ 1,67 E-05 + 1,14 E-08 R^2

Incertidumbre expandida de un resultado de pesada

$U_R = k \cdot u(W)$

Se puede tomar el valor k = 2, que corresponde a una probabilidad aproximada del 95 % y aplica cuando se puede asumir una distribución normal (Gaussiana) para el error de la indicación. Se encuentra más información sobre el valor de k en el documento Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal
2. Las fórmulas calculadas para la obtención de la lectura corregida y su correspondiente incertidumbre estándar se obtuvieron a partir de la condiciones evidenciadas en la calibración (instalación, variación de condiciones ambientales, corriente eléctrica). Si las condiciones de uso del instrumento difieren a las al que hace referencia este certificado es responsabilidad del usuario establecer si es o no adecuada su aplicación.
3. Se puede obtener más información sobre el método y cálculos realizados para la emisión de este certificado de calibración consultando el documento de referencia mencionado en la página dos.
4. Se adjunta la estampilla de calibración **No.** **M-23932-007**

Fin del Certificado

LM-PC-24-F-01 R7.3